This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

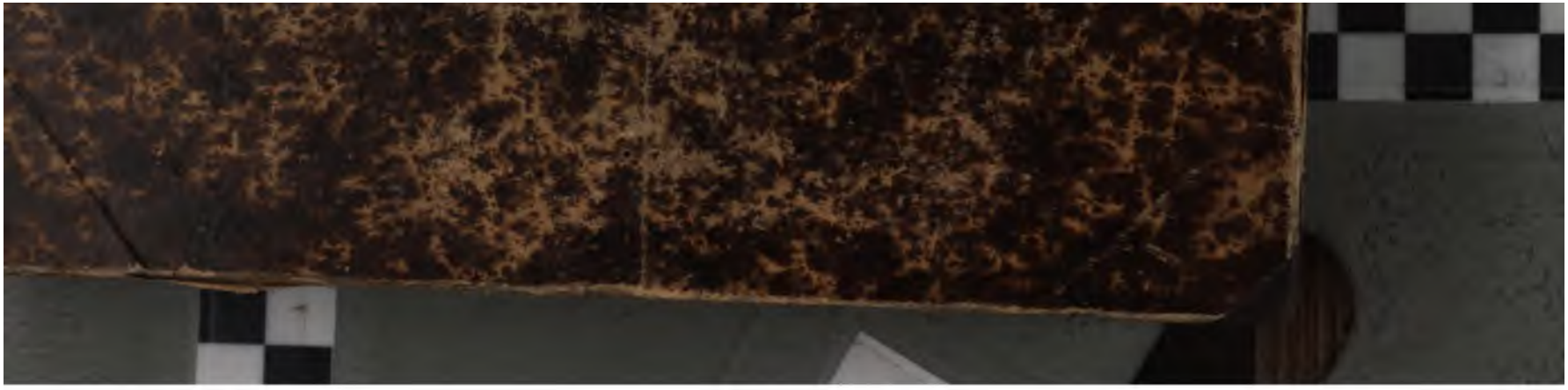
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

BIBLIOTHEK
[illegible]
/108

Archiv

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutschen Reichsheeres

[illegible]

[illegible]

Herring
[illegible]

Schröder
[illegible]

Siebenundfünfzigster Jahrgang. Hundertster Band.

Mit [illegible] Tafeln.

Berlin 1893.
Ernst Siegfried Mittler und Sohn,
Königliche Hofbuchhandlung
Kochstraße 68—70.

BIBLIOTHEK
DES TECHN. MILITÄR-COMITÉ
408

Archiv

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutschen Reichsheeres.

BIBLIOTHEK
DES T. & A. MILITÄR-COMITÉ

Redaktion:

Herring,
Generallieutenant a. D.

Schröder,
Generalmajor z. D.

Siebenundfünfzigster Jahrgang. Hundertster Band.

Mit 6 Tafeln.

Berlin 1893.
Ernst Siegfried Mittler und Sohn,
Königliche Hofbuchhandlung,
Kochstraße 68—70.

BIBLIOTHEK
DES TECHN. MILITÄR-COMITÉ
40d

Archiv

für die

Artillerie- und Ingenieur-Offiziere

des

deutschen Reichsheeres.

Redaktion:

Herring,
Generallieutenant a. D.

Schröder,
Generalmajor z. D.

Siebenundfünfzigster Jahrgang. Hundertster Band.

Mit 6 Tafeln.

Berlin 1893.
Ernst Siegfried Mittler und Sohn,
Königliche Hofbuchhandlung,
Kochstraße 68—70.

STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES
STACKS
JAN 19 1970

U3
A7
v.160
1693

Inhalt des hundertsten Bandes.

1893.

Seite

I. Ferruccio Mola, Ueber die Aufstellung der Schußtafeln für den Bogenschuß 1

II. Das erste Vierteljahrhundert des Ingenieurkomitees. . 49

III. Zuiderzee und Panama. Zweierlei modernes Ingenieurwerk. (Hierzu Tafel I.) 60

IV. Distanzritt 97

V. Festung und Feldarmee. Betrachtungen über die Feldzüge 1848 und 1866 in Oberitalien und die ersten Operationen des nächsten Feldzuges mit Frankreich . . 113

VI. Schröder, Ein neuer französischer Entfernungsmesser nebst einem deutschen Vorgänger. (Hierzu Tafel II.) . 145

VII. v. Paschwitz, Beschreibung des Telemeters Paschwitz. (Hierzu Tafel III.) 181

VIII. Karpenko-Logwinow, Das Schießen nach Fesselballons. (Auszugsweise Uebersetzung aus dem Russischen Artilleriejournal). (Hierzu Tafel IV) 193

IX. Oekinghaus, Die Hyperbel als ballistische Kurve . . . 241

X. Stavenhagen, Vom österreichischen Genieweſen; Stab und Truppe 294

XI. Frobenius, Die Infanterieschilde 318

XII. Moedebeck, Gedanken über den Luftschifferdienst . . . 337

XIII. Wernigk, Die Feldartillerie Belgiens 360

XIV. Dittrich, Beiträge zur Geschichte der technischen Truppen der österreichischen Armee 385

XV. Engelhardt, Beitrag zur äußeren Ballistik der Langgeschosse. (Hierzu Tafel V.) 403

Seite

XVI. Moedebeck, Gedanken über den Luftschifferdienst . . . 430

XVII. Engelhardt, Beitrag zur äußeren Ballistik der Langgeschosse. (Schluß.) 449

XVIII. Stavenhagen, War der Vergleich, welchen der Metzer Kriegsrath am 26. August 1870 zwischen der damaligen Lage Bazaines und der Napoleons nach Arcis sur Aube 1814 zog, zutreffend? 497

XIX. Dittrich, Beiträge zur Geschichte der technischen Truppen der österreichischen Armee. (Schluß) 512

XX. Pollack, Die Beziehungen der Photogrammmetrie zu den topographischen Neuaufnahmen im bayerisch-österreichischen Grenzgebirge 550

XXI. Frobenius, Mittheilungen über die neuen Befestigungen von Kopenhagen. (Hierzu Tafel VI) 559

Kleine Mittheilungen:

1. Neuer österreichischer Mörser 45
2. Bestimmungen über die artilleristische Ausrüstung der Festungen 227
3. Die Zeugdepots der Pionier- und Genietruppen . . . 334

Literatur:

1. Dr. Püttmann, Lehrgang der französischen Sprache. Zweiter Theil 46
2. Krebs (Major), Kriegsgeschichtliche Beispiele der Feldbefestigung und des Festungskrieges 48
3. Estudio sobre la Guerra Franco-Germana de 1870 por el general de División Don José Almirante. Madrid 1891 85
4. Von und über Moltke.
   I. Gesammelte Schriften und Denkwürdigkeiten . . . 86
   II. Moltkes militärische Werke 93
5. Müller (Generallieutenant), Geschichte des Festungskrieges seit allgemeiner Einführung der Feuerwaffen bis zum Jahre 1892 95
6. Clauſſen, Statik und Festigkeitslehre in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen 132
7. Kanngießer, Geschichte des Krieges von 1866 133

Seite

8. Leitfaden für den Unterricht in der Terrainlehre, im militärischen Planzeichnen und Aufnehmen an der Königlichen Kriegsschule 135
9. Weber, Zur Wehrfrage 139
10. Thümmel, Truppenmesser 141
11. Taktische Aufgabe nebst Lösung 142
12. Dr. Bergbohm, I. Neue Rechnungsmethode der höheren Mathematik. II. Neue Integrationsmethoden auf Grund der Potenzial-, Logarithmal- und Numeralrechnung. III. Entwurf einer neuen Integralrechnung auf Grund der Potenzial-, Logarithmal- und Numeralrechnung . . 187
13. Stavenhagen, Die Panzerbefestigung in ökonomischer Hinsicht 233
14. Thompson, Die dynamoelektrischen Maschinen 237
15. Grünzweig von Eichensieg, Die Militär-Feuerwehr . . 238
16. Pizzighelli, Anleitung zur Photographie für Anfänger 374
17. Dr. August, Vollständige logarithmische und trigonometrische Tafeln 375
18. Graf v. Pfeil, Erlebnisse eines Preußischen Offiziers in Russischen Diensten während des Türkischen Krieges 1877/78 378
19. Graf Tolstoj, Russische Meisterwerke mit Accenten, Heft I 381
20. Kutzen, Anleitung zur Anfertigung von Krokis, Skizzen und Erkundungsberichten 383
21. Die Festung Langres während des Krieges 1870/71. . 491
22. Kahle, Landesaufnahme und Generalstabskarten . . . 495

I.

Ueber die Aufstellung der Schußtafeln für den Bogenschuß.

Von

Ferruccio Mola,

Artillerielieutenant.*)

Die Schußtafeln für den Bogenschuß sind entweder für gleichbleibende Ladung oder gleichbleibenden Erhöhungswinkel eingerichtet. Diese Letzteren sind indessen weniger gebräuchlich**) und geben in der Praxis zu mancherlei Unzuträglichkeiten Veranlassung, so daß von einem hervorragenden Mitarbeiter der Rivista***) bereits der Vorschlag gemacht wurde, sie in Zukunft völlig durch solche für gleichbleibende Ladung zu ersetzen.†)

*) Mit Genehmigung des Verfassers aus dem Italienischen übersetzt: Augustheft der Rivista d'artiglieria e genio. 1892.

**) Derartige Schußtafeln sind die der gußeisernen gezogenen 15 cm Hinterladehaubitze mit einem Winkel von 30° und die der gußeisernen gezogenen 21 cm Hinterladehaubitze mit Winkeln von 28° und 35°. Diese Geschütze besitzen jedoch außerdem Schußtafeln für direktes und indirektes Feuer, und diese sind die gebräuchlicheren.

***) Siehe Parodi. „Das Festungsschießen". Jahrg. 1889, Bd. I und „Der Bogenschuß mit gleichbleibender Ladung". Jahrg. 1889, Bd. II.

†) Die Schußtafeln für gleichbleibenden Winkel sollen im Wesentlichen nur in solchen besonderen Fällen angewandt werden, in denen die Natur und das Profil des zu vertheidigenden Werkes (z. B. Geschütze in einer Kasematte hinter einer deckenden Vorlage) die Anwendung eines kleineren als des durch die Beschaffenheit des Werkes bedingten Winkels nicht gestatten. Für die Aufstellung derartiger Schußtafeln braucht man jedoch keine besonderen Versuche; sie lassen sich vielmehr immer durch Interpoliren aus den Schußtafeln für gleichbleibende Ladung ableiten.

Man kann daher die Schußtafeln für den Bogenschuß, soweit sie thatsächlich allgemein in Gebrauch sind, auf einen einzigen Typus beschränken, nämlich den mit gleichbleibender Ladung.

Die Aufstellung der Schußtafeln für den Bogenschuß war ebenso wie die aller anderen Schußtafeln bis vor wenigen Jahren auf rein empirische Methoden begründet. Man gab eine große Zahl von Schüssen unter verschiedenen Verhältnissen (in Bezug auf Witterung, Material, atmosphärische Dichte) ab, um, wie man sagte, die mittleren Schießbedingungen zu erhalten; man maß dann — so gut man konnte — die Erhöhungen, Seitenverschiebungen, Zeiten, Streuungen direkt und ordnete dann all' diese Größen graphisch, jede für sich, ohne sich weiter um deren gegenseitige Beziehungen zu kümmern.

Ein derartiges, rein experimentelles Verfahren konnte aber nur so lange gerechtfertigt sein, als die Bewegungsgesetze der die Luft durchschneidenden Geschosse nur sehr unvollkommen bekannt waren.

Heute vermag uns aber die praktische Ballistik, dank ihrer großen Fortschritte, ohne das Abfeuern eines einzigen Schusses zu erfordern, die Aufstellung einer den praktischen Bedürfnissen genügenden Schußtafel zu ermöglichen, sobald nur die Anfangsgeschwindigkeit des Geschosses bekannt ist.

Immerhin wird es zumeist zur Bestätigung der theoretisch erhaltenen Daten und zur Bestimmung gewisser Größen, welche von der Natur des Geschützes abhängen (Anfangsgeschwindigkeit, Abgangsfehler, Seitenverschiebung und Streuungen), doch erforderlich sein, eine gewisse Anzahl von Schüssen abzugeben.

„Indessen" — schreibt Siacci in seiner Abhandlung über Ballistik — „handelt es sich dann um wohlvorbereitete Schüsse, die man mit größter Genauigkeit, ohne Unterbrechungen und in thunlichst kürzester Zeit abgiebt — also um wenige Schüsse. Viele Schüsse verlangen viele Schießtage und der Wechsel der Anfangsgeschwindigkeit, der Atmosphäre und des Lichtes von einem Tag zum anderen zerstört vollständig den Vortheil, der aus der größeren Zahl der Schüsse entspringen würde."

Die Methode, welche jetzt zur Aufstellung der Schußtafeln für den Bogenschuß zur Anwendung gelangt, ist die bekannte Siacciſche Methode, welche bereits für die Berechnung der

anderen Arten von Schußtafeln (für direktes und indirektes Feuer) Verwendung findet.

Sie ist allgemein bekannt; es erübrigt daher hier die Vorführung ihrer allgemeinen Grundprinzipien, welche sich — nicht zu vergessen — für jedwede Art der zu berechnenden Schußtafeln eignen.

Siacci schlägt außer der Methode, welche man die „gewöhnliche" nennen könnte, noch „eine abgekürzte" für die Aufstellung der Schußtafeln vor, die in der That nur eine Abkürzung der erstgenannten ist.*)

Und man kann nicht verkennen, daß in den meisten Fällen die zweite Methode der ersten vorzuziehen ist, da sie schneller, ökonomischer und ebenso genau zum Ziel führt wie jene.

Inwiefern unterscheiden sich nun die beiden Methoden?

Bei der gewöhnlichen Methode werden für jede der zu erprobenden Ladungen (eine für flache Flugbahnen, drei für indirekten und Bogenschuß) drei Serien zu 0,3, 0,6 und 0,9 der maximalen Schußweite abgegeben.**)

Bei der abgekürzten Methode bedarf man für jede Ladung nur einer einzigen Schußserie auf 0,6 der maximalen Schußweite.

„Die mit der abgekürzten Methode erhaltenen Schußtafeln werden von denen mit der anderen Methode erhaltenen kaum abweichen, vorausgesetzt, daß alle zu ein und derselben Ladung gehörenden Schüsse am selben Tage abgegeben worden sind, und daß der Tag ruhig war und alle Verrichtungen mit Gewissenhaftigkeit und Sachverständniß ausgeführt worden sind." ***)

Der Beweis für die eben ausgesprochene Behauptung, daß die so errechneten Tafeln ebenso genau seien wie die auf dem gewöhnlichen Wege erhaltenen, ist durch die Erfahrungen vollständig erbracht, welche man im März 1890 auf dem Schießplatz von Ciriè gemacht hat, wo die Schüler des zweiten Kursus der Artillerieschule Versuche ausführten, auf Grund deren die Auf-

*) Siacci. Balistica. Torino 1888 und Balistique extérieure. Paris 1892.

**) Diese maximale Schußweite hängt von dem größten Erhöhungswinkel ab, den die Konstruktion und die Widerstandsfähigkeit der Laffete zuläßt.

***) Siacci. Balistica. 1888. Seite 171.

stellung der Schußtafel für Bodenkammerschrapnels des bronzenen 7 cm Feldgeschützes stattfinden sollte.

Nachdem die drei Serien durchgeführt waren, welche die gewöhnliche Methode verlangt, und die Aufstellung der Schußtafeln erfolgt war,*) war es nun von Werth, um einen Vergleich der Genauigkeit der einen Methode gegenüber derjenigen der anderen zu gewinnen, dieselbe Schußtafel lediglich auf Grund der letzten Serie zu errechnen.**)

Die nahezu vollständige Uebereinstimmung der beiden so erhaltenen Schußtafeln erhellt aus nachstehender Zusammenstellung, aus welcher speziell zu entnehmen ist, daß auf 3000 m der Auf-

Entfernungen	Aufsätze		Erhöhungswinkel	
	Gewöhnliche Methode	Abgekürzte Methode	Gewöhnliche Methode	Abgekürzte Methode
m	mm	mm	Grad	Grad
1000	33	33	1,9	1,9
2000	91	91	5,2	5,2
3000	169	168	9,6	9,5
3700	242	239	13,6	13,4
4500	—	—	19,4	19,2

*) Die gemessene Anfangsgeschwindigkeit betrug 411 m. Diese Tafeln wurden lithographirt und befinden sich in dem Heft „Artillerieschule 1890".

**) Diese Berechnung erfolgte auf einer Entfernung, welche etwa 0,9 der Maximalentfernung betrug, während sie nach der abgekürzten Methode 0,6 betragen sollte. Dieser Koeffizient 0,6 darf aber nicht absolut genommen werden, vielmehr nur als untere Grenze der Entfernung, auf welche die Schußserien ausgeführt werden sollen; dies insbesondere, wenn die Maximalschußweite, welche die Lafette zuläßt, der absoluten Maximalschußweite des Geschützes (d. h. des Rohres) wesentlich unterlegen ist.

satz (d. h. dasjenige Element der Schußtafeln, auf dessen Genauigkeit man sich am meisten verlassen können muß) nur eine Differenz von etwa 1 mm aufweist und auf 3700 m (Maximalentfernung, auf welche der Aufsatz zur Anwendung gelangt) eine Differenz von 3 mm (d. i. 20 m Schußweite), während auf 4500 m (größte Entfernung der Schußtafel) eine Differenz bezüglich des Erhöhungswinkels von etwa 0,2° besteht. Es sind dies Unterschiede, die in der Praxis völlig vernachlässigt werden können.

Die übrigen Größen, welche in den Schußtafeln vorkommen, werden hier nicht in Vergleich gestellt, weil die geringen Unterschiede, die bei ihnen auftreten, durchweg von noch geringerer Bedeutung sind, wie die bei den Aufsätzen und Erhöhungswinkeln erwähnten.

Andere Schußtafeln für den flachen und indirekten Schuß der bronzenen 12 cm Kanone wurden lediglich mit der abgekürzten Methode errechnet und erzielten äußerst günstige Ergebnisse, als sie im April 1891 auf dem Schießplatz von Ciriè gelegentlich besonderer Uebungen der Schüler des zweiten Kursus der Artillerieschule erprobt wurden.*)

Erwägt man also, daß die abgekürzte Methode ebenso genau ist wie die gewöhnliche, und daß sie außerdem einfacher und ökonomischer ist (man braucht nur etwa den dritten Theil der Schüsse), so ergiebt sich, daß man zumeist Ersterer den Vorzug geben wird, und zwar sowohl wenn man Tafeln für gestreckte Flugbahn, als auch wenn man solche für den indirekten Schuß aufstellen will.

Auch für die Aufstellung der Tafeln für den Bogenschuß empfiehlt es sich, die abgekürzte Methode zu benutzen; man darf jedoch hier nicht übersehen, daß beim Bogenschuß diejenigen Versuchsergebnisse besonders zu beachten sind, welche durch Schußserien erhalten wurden, die den größten Ladungen und den größten Erhöhungswinkeln entsprechen.

Die Bogenschußtafeln erstrecken sich von einer Maximal- bis zu einer Minimalladung bei Winkeln bis zu 45°.

---

*) Es wurden im Ganzen nur 120 Schuß benöthigt. Die auf die Aufstellung bezüglichen Rechnungen sind in dem Heft „Artillerieschule 1891" lithographirt.

Als Maximalladung ist diejenige anzusehen, die sowohl mit der höchsten zulässigen Beanspruchung des Rohres, wie mit derjenigen der Laffete bei größtem Erhöhungswinkel vereinbar ist.*)

Die Minimalladung bestimmt sich dadurch, daß man verlangt, durch starke Fallwinkel noch nahe gelegene und unter dem Geschützhorizont befindliche Ziele zu treffen. Als solche Minimalladung ist diejenige anzusehen, welche bei einem Winkel von 45° eine Schußweite von etwa 500 m giebt.

Im luftleeren Raum würde einer solchen Schußweite bei 45° Abgangswinkel eine Anfangsgeschwindigkeit von 70 m entsprechen;**) im lufterfüllten Raum ist eine wenig größere Geschwindigkeit erforderlich,***) da für kleine Geschwindigkeiten und große Geschosse der Widerstand nur klein ist. Man kann somit als Minimalladung für die Bogenschußtafeln diejenige festhalten, welche etwa 70 m†) Anfangsgeschwindigkeit ergiebt und mit der Formel

$$\mu_m = \mu \left(\frac{V_m}{V}\right)^{\frac{5}{3}}$$

berechnet werden kann, wobei $V_m = 70$, V die gemessene und der Ladung μ entsprechende Anfangsgeschwindigkeit ist.

---

*) Sehr oft verleiht diese Maximalladung dem Geschoß eine Anfangsgeschwindigkeit, die noch unter 240 m bleibt. Daher folgt bei Bogenflugbahnen der Luftwiderstand fast immer dem quadratischen Gesetz.

**) Ergiebt sich aus der Gleichung $x = \frac{v^2 \sin 2\varphi}{g}$.

***) Für eine 15 cm Granate wäre $V = 70{,}9$.

†) Bei den Bogenschußtafeln des bronzenen 9 cm Mörsers (für Granate und Schrapnel) und des stählernen 15 cm Mörsers (für Schrapnel) entsprechen die Minimalladungen ziemlich genau 70 m Anfangsgeschwindigkeit. Bei den Bogenschußtafeln des stählernen 24 cm Mörsers giebt die Minimalladung von 1,600 kg eine Anfangsgeschwindigkeit von 99 m. Es wäre zweckmäßig, diese Tafeln bis zu einer Minimalladung von 1,100 kg auszudehnen, welche eine Anfangsgeschwindigkeit von etwa 70 m geben würde, wie sich aus den Diagrammen von Ladungen und Quadraten der Geschwindigkeiten ableiten läßt. Um diese Verlängerung der Tafeln auszuführen, bedarf es nicht erst des Schießens von Treffbildern, es genügen vielmehr wenige Schüsse, mit denen lediglich die Geschwindigkeit gemessen wird, welche der Ladung von 1,1 kg entspricht.

Hat man so die äußersten Ladungen bestimmt, zwischen denen sich die Schußtafeln ausdehnen sollen, so wählt man die Ladungen, die man erproben will, aus und bestimmt die Entfernungen, auf welche man Serien von Schüssen abgeben will, indem man hierbei Folgendes im Auge behalten muß:

1. Mit Ladungen, welche Anfangsgeschwindigkeiten unter 150 m ergeben, ist es nicht erforderlich, Treffbilder zu schießen, es genügt vielmehr in solchen Fällen das Messen der Anfangsgeschwindigkeiten.*)

2. Daher ergiebt sich als geringste Ladung für Treffbilderschießen diejenige, welche eine Anfangsgeschwindigkeit von etwa 150 m ergiebt.**) Diese Ladung möge μ_0 heißen.

3. Als zu erprobende Ladungen folgen somit die Maximalladung μ_1 und die Minimalladung μ_0; außerdem kann man noch erforderlichenfalls eine zwischen beiden liegende Ladung nehmen.

4. Für die Ladungen, für welche die Maximalschußweite unter 2000 m bleibt, genügt es bei Benutzung der abgekürzten Methode, eine einzige Schußserie mit einem großen Erhöhungswinkel (z. B. 35°) abzugeben.

5. Für die Ladungen, für welche die Maximalschußweite 2000 m übersteigt, kann man zwei Serien (mit Winkeln von 20° und 35°) oder auch drei abgeben.

Nach Ausführung der Versuche und der erforderlichen Korrektions- und Reduktions- ꝛc. Rechnungen ergiebt sich für jede Versuchsladung das Diagramm der Werthe $\iota\beta$ (als Abscissen die Entfernungen, als Ordinaten die $\iota\beta$), und man kann nunmehr die Interpolation der Diagramme derart vornehmen, daß man nur noch eins für jede der Ladungen hat, welche in die Schußtafeln Aufnahme finden sollen.***) Für die Ladungen, welche kleiner als μ_0 sind und mit denen somit keine Treffbilderschießen ausgeführt werden, bekommt $\iota\beta$ einen konstanten Werth, der dem der Minimalversuchsladung μ_0 entsprechenden Mittelwerth $\iota\beta_m$ gleich ist.

*) Siacci. Balistique extérieure. Paris 1892. Seite 191 und 192.

**) Siacci. Ebenda.

***) Diese Diagramme sind sehr einfach; sie reduziren sich im Allgemeinen auf Gerade (Parallele zur x-Achse bei denjenigen Ladungen, bei welchen eine einzige Schußserie abgegeben wurde). Bezüglich der Interpolation der Diagramme siehe Siacci, Balistica, 1888. Seite 184.

Indessen kann es vorkommen, daß die verschiedenen Werthe von $\iota\beta$, welche den verschiedenen Ladungen und Entfernungen entsprechen, in wenig regelmäßiger Weise schwanken; alsdann kann man einen einzigen Mittelwerth $\iota\beta$ für die Aufstellung aller Schußtafeln annehmen.

Hat man nun die Werthe von $\iota\beta$ für alle Ladungen und Entfernungen, so kann man zur Bestimmung der Größen φ, ω, T, U und α übergehen, indem man sich hierbei der Methode der Schießfaktoren bedient, die ziemlich schnell geht und sich somit mit Vortheil für die Aufstellung der Bogenschußtafeln benutzen läßt, bei welchen die Anfangsgeschwindigkeiten kleiner als 240 m sind.*)

Was die Anfangsgeschwindigkeiten anlangt, welche den nicht versuchten Ladungen entsprechen, so sind diese von linearen Diagrammen abzuleiten, bei welchen als Abscissen die Ladungen und als Ordinaten die Quadrate der Versuchsgeschwindigkeiten auftreten.**)

Um endlich die Seitenabweichungen und Streuungen zu berechnen, benutzt man die aus den Versuchsergebnissen der verschiedenen Serien errechneten Mittelwerthe der Koeffizienten h, h' und h'', welche für alle Ladungen und Entfernungen konstant zu nehmen sind.

Um den Gang der Versuche und Rechnungen für die Aufstellung von Bogenschußtafeln praktisch zu zeigen, wird im Nachfolgenden das Verfahren bei Aufstellung der Granatschußtafeln des stählernen 15 cm Mörsers dargelegt.

Diese Arbeit wurde durchgeführt auf Grund der Versuche, welche im März 1892 auf dem Schießplatz von Ciriè für die Artillerieschüler des zweiten Kursus der Artillerieschule vorgenommen wurden.

---

*) Bei der Aufstellung der Schußtafeln kann man die Methode der Schießfaktoren für quadratischen Luftwiderstand selbst dann noch benutzen, wenn die Anfangsgeschwindigkeiten 240 m überschreiten, indem man als äußerste Grenze 300 m festhält.

**) Ein solches Diagramm entspricht der empirischen Formel, welche Kapitän Parodi vorschlägt: $V^2 = \alpha\mu + \beta$.

Verſuche und Berechnungen für die Aufſtellung der Granatſchußtafeln für den Bogenſchuß des 15 cm Stahlmörſers.

§ 1. Vorbereitende Rechnungen.

Größte und kleinſte Ladung. Aus den ſchon beſtehenden Schußtafeln war zu entnehmen, daß unter Berückſichtigung der Widerſtandsfähigkeit der Laffete bei größten Erhöhungswinkeln (etwa 45°) die Ladung von 1,4 kg grobkörnigen Pulvers Nr. 1 die größte zuläſſige Ladung iſt und daß man mit derſelben $V = 208$ m erzielt.

Als kleinſte Ladung (etwa für $V = 70$ m), bis zu welcher die Schußtafeln ausgedehnt werden ſollten, wurde 0,4 kg gewählt (womit dem Schrapnel deſſelben Geſchützes eine Anfangsgeſchwindigkeit von 76,2 m verliehen wird).*) Als kleinſte Verſuchsladung (für ein V von etwa 150 m) wurde 0,8 kg genommen, für welche die ſchon beſtehenden Tafeln $V = 145$ angeben.

Bei den aufzuſtellenden Schußtafeln ſollen die Ladungen um je 100 g variiren, alſo gerade ſo wie bei den ſchon beſtehenden.

Es wurde weiterhin die Feſtſetzung getroffen, daß als Verſuchsladungen lediglich diejenigen von 1,4 und 0,8 kg Verwendung finden ſollten. Bezüglich der Verſuchsſchießen gelangte man unter Berückſichtigung dieſer Feſtſetzung zu folgenden Anordnungen:

0,4 kg Ladung: Mit derſelben werden keine Treffbilder erſchoſſen, ſondern lediglich Meſſungen der Anfangsgeſchwindigkeit und des Abgangsfehlerwinkels ausgeführt.

*) Man hätte, wenn man ſich mit geringerer Annäherung begnügen wollte, ſich auch der Formel $\frac{V}{V_1} = \left(\frac{\mu}{\mu_1}\right)^{0,6}$, wobei $V = 70$ $V_1 = 208$, $\mu_1 = 1{,}4$ zu ſetzen geweſen wäre, bedienen können.

0,8 kg Ladung: Die größte Schußweite, bis zu welcher die dieser Ladung entsprechende Schußtafel sich erstrecken kann, ist die für $\varphi = 45°$ und $V = 145$. Sie läßt sich leicht mit der Methode der Schießfaktoren berechnen, doch bedarf es dieser Rechnung gar nicht erst, da sich aus den schon bestehenden Schußtafeln der Werth zu etwa 1850 m entnehmen läßt. Somit braucht mit 0,8 kg nur eine einzige Serie (abgekürzte Methode) mit einem Erhöhungswinkel von 35° abgegeben zu werden. Auch hier sind Geschwindigkeits- und Abgangsfehlermessungen vorzunehmen.

1,4 kg Ladung: Die größe Schußweite entspricht hier $\varphi = 45°$ und $V = 208$ m und ergiebt sich aus den schon vorhandenen Tafeln zu 3500 m. Da diese Entfernung nicht sehr groß ist, genügt es, in zwei Serien Treffbilder zu erschießen, und zwar mit 20° bezw. 35° Erhöhung. Jeder Serie haben wieder Geschwindigkeits- und Abgangsfehlermessungen voranzugehen.

Angaben für die Vornahme der Richtung in den drei Serien: Nachdem die Erhöhungswinkel für die einzelnen Serien im Vorstehenden normirt sind, ist noch die Seitenverschiebung und die Entfernung des Mastes zu bestimmen, von welchem die Koordinaten des Treffbildes gerechnet werden sollen.*)

---

*) Anmerkung des Uebersetzers:

Das italienische Artillerie-Offiziers-Handbuch, Theil IV (Manuale d'artiglieria, Parte quarta, Rom 1889), Seite 373 sagt über das Treffbilderschießen („Tiro al bersaglio", eigentlich „Schießen gegen Scheiben") Folgendes:

1. Das Treffbilderschießen hat den Zweck, den nöthigen Anhalt zu liefern für die Kontrole und Berichtigung der durch Rechnung erhaltenen Daten, zuweilen soll es jedoch auch lediglich zur Belehrung bezw. Uebung dienen.
2. Als Scheibe dient entweder die Ebene (Bodentreffbild) oder eine quadratische Leinwand von 10 m Seitenlänge, welche durch zwei Masten vertikal gehalten wird, die ihrerseits durch einen Querbalken verbunden sind. Diese Leinwandfläche ist mit schwarzen Horizontal- und Vertikallinien, die voneinander um je 1 m abstehen, bedeckt. Der Koordinatenanfang liegt im Fußpunkt des linken Mastes. Auf den Horizontalen mißt man die Abscissen (x), auf den Vertikalen die Ordinaten (y).
3. Eine gerade Furche (Leitlinie) geht auf dem Boden vom Mittelpunkt der Bettung, auf der das Geschütz steht, aus, läuft unter dem Mittelpunkt der Leinwandfläche weg und er-

Hierzu dienen die Formeln:

$$S = \frac{h \cdot V^2 \sin 2\varphi}{X} \cdot L^*)$$

$$f_7 = \frac{\delta\, \iota\, \beta}{C} \cdot \frac{V^2 \sin 2\varphi}{g}$$

$$f_6 = \frac{\delta\, \iota\, \beta}{C} \cdot X.$$

Die Berechnungen von S und X für die einzelnen Serien giebt die nachstehende Tabelle auf Seite 12.

---

streckt sich weiter darüber hinaus. Auf der Leitlinie wird die genaue Entfernung der Geschützmündung von der Leinwand gemessen; bis auf 100 m diesseits und jenseits der Letzteren werden in Abständen von 10 m Pfähle ausgesteckt, welche mit Ziffern bezeichnet sind, um die Messung der Auftreffpunkte im Gelände zu erleichtern, welch' Letzteres entsprechend eingeebnet sein muß.

4. Der Koordinatenanfang für das Bodentreffbild ist der Fuß des linken Mastes der Leinwand; die Abscissen x' rechnen parallel zu dieser, die Ordinaten y' parallel zur Leitlinie. In der Mitte der Leinwand ist ein Hülfsziel aufzumalen.
5. Die Leinwand wird nicht angewendet, sobald die Abgangswinkel größer als 20° sind, oder — bei kleineren Winkeln — wenn sich annehmen läßt, daß man nicht wenigstens Zweidrittel aller Schüsse in die Leinwand bekommt. An Stelle der Leinwand tritt dann einfach auf der Leitlinie ein Hülfsziel (eine Flagge oder dergleichen) am obersten Punkt eines Mastes, dessen Fußpunkt dann den Koordinatenanfang bildet.
6. ꝛc.
7. (Für Winkel unter 20°.) Der erste Schuß wird mit angenähertem Aufsatz und ebensolcher Seitenverschiebung abgegeben („Probedaten"), welche mittelst ballistischer Formeln errechnet sind . . . . Nachdem der Schuß abgegeben ist, wird derart korrigirt, daß der nächste Schuß den Mittelpunkt der Leinwand bezw. den Fußpunkt des das Hülfsziel tragenden Mastes trifft; nöthigenfalls muß nochmals korrigirt werden. Alsdann verbleibt man bei dem Aufsatz und der Seitenverschiebung („Seriendaten"). . . . .

16. Für Winkel über 20° analog.

*) Setzt man L = 1000, so ergiebt sich S in Tausendsteln der Visirlinie.

	Erste Serie	Zweite Serie	Dritte Serie
V	145	208	208
φ	35°	20°	35°
log V^2 . .	4,32274	4,63612	4,63612
log sin 2φ	1,97299	1,80807	1,97299
colog g*)	1,00855	1,00855	1,00855
colog C**)	1,85205	1,85205	1,85205
log f_7 . .	3,15633	3,30479	3,46971
f_7	1433	2017	2949
f_6	1302	1769	2452

	Erste Serie	Zweite Serie	Dritte Serie
log f_6. . .	3,11461	3,24773	3,38952
log C . .	0,14795	0,14795	0,14795
log X . .	3,26256	3,39568	3,53747
X	1830	2487	3447
log V^2 . .	4,32274	4,63612	4,63612
log $\frac{1000}{h}$ ***)	1,29447	1,29447	1,29447
log sin 2φ	1,51718	1,06810	1,51718
colog X .	4,73744	4,60432	4,46253
log S. . .	1,87183	1,60301	1,91030
S	74,4	40,1	81,3

Nachdem solchergestalt die für das Schießen nothwendigen Angaben errechnet worden waren, wurde zur Ausführung der Schießen übergegangen.

*) In Turin ist g = 9,805; in Rom g = 9,803.

**) Der balliſtiſche Koeffizient ist $C = \frac{p}{1000\,a^2}$. Für die 15 cm Granate ist p = 30,420 kg, a = 0,1471 m, C = 1,4059. Bei den hier vorliegenden vorbereitenden Rechnungen ist übrigens $\delta\,\iota\,\beta = 1$ geſetzt worden.

***) Unter Benutzung der ſchon vorhandenen Schußtafeln ſind die Werthe von h für drei Entfernungen berechnet und daraus das Mittel h = 0,0197 genommen.

§ 2. Ausführung der Schießversuche.

I. Anfangsgeschwindigkeiten.

Der Chronograph Le Boulengé giebt uns die horizontale Geschwindigkeit für die Mitte zwischen zwei mit Draht bespannten Meßrahmen, die man entweder mittelst der Formel $v \cos\theta = \frac{a}{t_1 - t_0}$ *) berechnen oder unter Berücksichtigung der Disjunktion direkt am Instrument ablesen kann (für a = 50)

Durch Division der horizontalen Geschwindigkeit mit dem Kosinus des Abgangswinkels erhält man dann $u = \frac{v \cdot \cos\theta}{\cos\varphi}$. Dieses u ist aber natürlich noch nicht die Mündungs- oder Anfangsgeschwindigkeit, die sich vielmehr erst durch Reduktion mittelst der ballistischen Tabelle ergiebt, indem man sich der Formel

$$D(V) = D(u) - \frac{x}{C'}$$

bedient, wobei x die Entfernung der Mitte zwischen beiden Meßrahmen von der Geschützmündung bezeichnet, während C' = C angenommen werden kann.**)

Zuweilen mißt man der Kontrole halber die Geschwindigkeit mit zwei Apparaten; dies ist z. B. bei dem dritten Schießversuch geschehen.

Die Versuchsergebnisse sind in der nachfolgenden Tabelle Seite 14 enthalten.

*) Hierin ist a der Abstand der beiden Meßrahmen, $t_1 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$, $t_0 = \sqrt{\frac{2H_0}{g}}$, wenn H und H_0 die Fallhöhen sind.

**) Ist indessen $\mu > 400$ und $\frac{x}{C} > 50$, so ist $C' = \frac{C}{\delta}$ zu setzen.

μ	Erster Schießversuch	Zweiter Schießversuch	Dritter Schießversuch		Vierter Schießversuch
	0,800	1,400	1,400		0,400
1. Schuß . . .	122,8	191,6	186,0	187,6	75,1
2. " . . .	126,2	191,4	192,2	192,2	74,4
3. " . . .	116,2	196,2	185,1	185,9	76,8
4. " . . .	122,7	197,8	189,7	190,1	73,4
5. " . . .	119,8	194,1	192,0	191,2	—*)
6. " . . .	121,2	194,0	—	—	—
$v \cos \theta_m$ . . .	121,5	194,18	189,2		74,925
φ**)	20° 25′	19° 30′	18° 54′		19°
log $v \cos \theta_m$	2,08458	2,28820	2,27692		1,87463
colog cos φ .	0,02818	0,02565	0,02407		0,02433
log u.	2,11276	2,31385	2,30099		1,89896
u	129,65	206,0	199,98		79,24
a***)	12,0	12,9	12,5		12,0
b†)	26,5	34,0	33,3		32,8
x	19,25	23,9	22,9		22,2
log x.	1,28443	1,37840	1,35984		1,34635
colog C . . .	1,85205	1,85205	1,85205		1,85205
log $\frac{x}{C}$	1,13648	1,23045	1,21189		1,19840
D (u).	10 323	6035	6310		14 876††)
$\frac{x}{C}$	14	17	16		16
D (V)	10 309	6018	6294		14 860
V	129,8	206,3	200,3		79,4

Die so gefundenen Anfangsgeschwindigkeiten wurden dann noch rektifizirt, wie dies aus dem Theil hervorgeht, der die Berechnung der Reduktionskoeffizienten $\iota\beta$ behandelt.

*) Infolge zu knapper Zeit konnten nur vier Schuß gemessen werden.

**) Dieselben Schüsse dienten sowohl zur Messung der Geschwindigkeiten wie zu derjenigen der Abgangsfehlerwinkel. Der Werth von φ ergiebt sich, wenn man zum Mittel von α (mit dem Quadranten gemessen) den muthmaßlichen Werth von ϱ fügt.

***) Entfernung des ersten Meßrahmens von der Geschützmündung.

†) Entfernung des zweiten Meßrahmens von der Geschützmündung.

††) Die für kleine Geschwindigkeiten bis zu 70 m verlängerte ballistische Tabelle befindet sich in der „Balistica" von Oberst Ollero, Madrid. 1890.

II. Abgangsfehlerwinkel.

Der Abgangsfehlerwinkel variirt nicht nur mit der Ladung, sondern auch mit der Erhöhung. Bei den in Rede stehenden Schießversuchen wurde er für eine ungefähre Rohrerhöhung von 20° gemessen.

Die dabei befolgte Methode war die unlängst von Oberst Siacci vorgeschlagene.*) Dieselbe gestattet, die Hebung (mit b bezeichnet) oder Senkung der Geschützmündung, welche im Augenblick des Schusses vor sich geht, zu messen; man erhält daher den Winkel ϱ frei von dem Fehler, welcher entsteht, wenn man diese Verschiebung vernachlässigt.

Die in Betracht kommenden Formeln sind:

$$[1] \qquad \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) = \operatorname{tg}\alpha + \frac{a_2 - a_1}{x_2 - x_1} + \frac{g}{2u^2_m}(x_2 + x_1)^{**})$$

$$b = \frac{a_1 x_2 - a_2 x_1}{x_2 - x_1} + \frac{r}{\cos\alpha} - \frac{g\, x_1 x_2}{2\, u^2_m}$$

Indessen konnte die vorgenannte Methode wegen der Knappheit der zur Verfügung stehenden Zeit nur bei zweien der ausgeführten vier Messungen zur Anwendung gelangen, während bei den zwei anderen Messungen das alte Verfahren mit einer einzigen Pappscheibe benutzt wurde, wobei der Abgangsfehlerwinkel mittelst der Formel

$$[2] \qquad \operatorname{tg}(\alpha + \varrho) = \operatorname{tg}\alpha + \frac{a}{x} + \frac{g}{2u^2_m} \cdot x + \frac{r}{x \cdot \cos\alpha}$$

berechnet wurde.

Die Ergebnisse der Schießversuche sind in der Tabelle auf Seite 16 enthalten.

Die Tabelle auf Seite 17 enthält die Berechnung des Abgangsfehlerwinkels mittelst Formel [2] (also auf Grund der Methode mit einer einzigen Pappscheibe) für alle vier Schießversuche.

---

*) Siehe Rivista, Jahrg. 1891, Band IV. Archiv für Artillerie- und Ingenieuroffiziere, Band XCIX, Seite 509.

**) a_1 und a_2 ist positiv, wenn das durch das Geschoß in den Pappscheiben verursachte Loch über dem anvisirten Punkt liegt.

Nummer des Schusses	Erster Schießversuch $\mu = 0{,}800$		Zweiter Schießversuch $\mu = 1{,}400$			Dritter Schießversuch $\mu = 1{,}400$			Vierter Schießversuch $\mu = 0{,}400$	
	a_2	α	a_1	a_2	α	a_1	a_2	α	a_2	α
	m	Grad	m	m	Grad	m	m	Grad	m	Grad
1	0,205	19,6	0,094	0,348	19,6	0,130	0,358	17,5	— 0,466	18,2
2	0,198	19,7	0,126	0,420	20,2	0,148	0,542	17,9	— 0,308	18,5
3	0,319	19,6	0,054	0,338	18,8	0,110	0,604	18,0	— 0,430	18,4
4	0,066	19,2	0,086	0,346	16,8	0,204	0,581	17,6	— 0,196	18,6
5	0,129	19,2	0,106	0,452	18,8	0,124	0,494	17,5	—	—
6	0,140	19,5	0,066	0,295	18,5	—	—	—	—	—
7	—	—	0,080	0,391	19,2	—	—	—	—	—
Im Mittel	0,1762	19° 28′	0,0874	0,370	18° 51′	0,1432	0,5158	17° 42′	— 0,350	18° 23′

	Erster Schieß-versuch	Zweiter Schieß-versuch	Dritter Schieß-versuch	Vierter Schieß-versuch
x_2 *)	25,5	33,9	32,6	32,6
$\log a_2$	$\bar{1}$,24601	1,56820	1,71248	1,54407
$\operatorname{colog} x_2$	$\bar{2}$,59316	2,46980	2,48678	2,48678
$\log \frac{a_2}{x_2}$	3,83947	2,03800	2,19926	$\bar{2}$,03085
$\log g$	0,99145	0,99145	0,99145	0,99145
$\log x_2$	1,60654	1,53020	1,51322	1,51322
$\operatorname{colog} 2$	1,69897	1,69897	$\bar{1}$,69897	$\bar{1}$,69897
$\operatorname{colog} u^2_m$ **)	5,77446	5,37230	$\bar{5}$,39802	4,20208
$\log \frac{g}{2u^2_m} x_2$	$\bar{3}$,87142	3,59292	$\bar{3}$,60166	$\bar{2}$,40572
$\log r$ ***)	$\bar{1}$,03342	1,03342	$\bar{1}$,03342	$\bar{1}$,03342
$\operatorname{colog} x_2$	$\bar{2}$,59346	$\bar{2}$,46980	2,48678	$\bar{2}$,48678
$\operatorname{colog} \cos \alpha$	0,02556	0,02394	0,02106	0,02275
$\log \frac{r}{x_2 \cos \alpha}$	$\bar{3}$,65244	$\bar{3}$,52716	$\bar{3}$,54126	$\bar{3}$,54295

	Erster Schieß-versuch	Zweiter Schieß-versuch	Dritter Schieß-versuch	Vierter Schieß-versuch
α	19° 28′	18° 51′	17° 42′	18° 23′
$\log \operatorname{tg} \alpha$	$\bar{1}$,54835	$\bar{1}$,53327	$\bar{1}$,50398	$\bar{1}$,52157
$\operatorname{tg} \alpha$	0,353464	0,341405	0,319141	0,332330
$\frac{a_2}{x_2}$	0,006910	0,010914	0,015822	−0,010740
$\frac{g}{2u^2_m} x_2$	0,007437	0,003917	0,003996	0,025452
$\frac{r}{x_2 \cos \alpha}$	0,004492	0,003366	0,003477	0,003491
$\operatorname{tg}(\alpha + \varrho)$	0,372303	0,359602	0,342436	0,350533
$\log \operatorname{tg}(\alpha + \varrho)$	$\bar{1}$,57089	$\bar{1}$,55582	$\bar{1}$,53458	$\bar{1}$,54473
$\alpha + \varrho$	20° 25′	19° 47′	18° 54′	19° 19′
α	19° 28′	18° 51′	17° 42′	18° 23′
ϱ	57′	56′	1° 12′	56′

*) Entfernung der Pappscheibe von der Geschützmündung.

**) Die Geschwindigkeiten u sind dieselben, welche bei der Messung der Anfangsgeschwindigkeiten gefunden wurden, da ja hierzu dieselben Schüsse verwendet wurden wie zur Bestimmung der Abgangsfehlerwinkel.

***) r ist die Höhe des Kornes über der Geschützachse. Für den 15 cm Stahlmörser ist r = 0,108 m.

Hierauf wurde die Berechnung des **Abgangsfehlerwinkels** mit Formel [1] wiederholt (also auf Grund der **Methode** mit zwei Pappscheiben) und zwar für den zweiten und dritten Schießversuch, für welche beiden Versuche auch die **Hebung** der **Geschützmündung** berechnet wurde (siehe nachfolgende Tabelle).

	Zweiter Schießversuch	Dritter Schießversuch		Zweiter Schießversuch	Dritter Schießversuch
x_2	33,9	32,6	$\log a_1$	$\bar{2},94151$	$\bar{1},15594$
x_1	11,9	11,5	$\log x_2$	1,53020	1,51322
$x_2 - x_1$	22,0	21,1	$\log a_1 x_2$	0,47171	0,66916
$x_2 + x_1$	45,8	44,1	$\log a_2$	$\bar{1},56820$	$\bar{1},71248$
$a_2 - a_1$	0,2826	0,3726	$\log x_1$	1,07555	1,06070
$\log (a_2 - a_1)$	1,45117	1,57124			
$\operatorname{colog}(x_2 - x_1)$	2,65758	2,67572	$\log a_2 x_1$	0,64375	0,77318
			$a_2 x_1$	4,4030	5,9317
$\log \frac{a_2 - a_1}{x_2 - x_1}$	$\bar{2},10875$	$\bar{2},24696$	$a_1 x_2$	2,9629	4,6683
$\log \frac{g}{2 u^2_m}$	4,06272	4,06844	$a_2 x_1 - a_1 x_2$	1,4401	1,2634
$\log (x_2 + x_1)$	1,66087	1,64444	$\log(a_2 x_1 - a_1 x_2)$	0,15839	0,10154
			$\operatorname{colog}(x_2 - x_1)$	2,65758	$\bar{2},67572$
$\log \frac{g}{2 u^2_m (x_2 + x_1)}$	3,72359	3,73288	$\log \frac{a_2 x_1 - a_1 x_2}{x_2 - x_1}$	2,81597	2,77726
$\operatorname{tg} \alpha$	0,341405	0,319141	$\log \frac{r}{\cos \alpha}$	1,05736	$\bar{1},05448$
$\frac{a_2 - a_1}{x_2 - x_1}$	0,012845	0,017659	$\log \frac{g}{2 u^2_m} x_1 x_2$	2,66847	2,66236
$\frac{g}{2 u^2_m} (x_2 + x_1)$	0,005292	0,005406	$-\frac{g}{2 u^2_m} x_1 x_2$	−0,046609	−0,045958
$\operatorname{tg} \varphi$	0,359542	0,342206	$\frac{a_1 x_2 - a_2 x_1}{x_2 - x_1}$	−0,065459	−0,059877
$\log \operatorname{tg} \varphi$	1,55575	$\bar{1},53429$	$\frac{r}{\cos \alpha}$	0,114120	0,113365
φ	19° 47′	18° 54′	b	0,00205	0,00753
α	18° 51′	17° 42′			
ϱ	56′	1° 12′			

Man sieht also, daß die für den Abgangsfehler sich ergebenden Werthe für beide Methoden bei dem zweiten und dritten Schießversuch übereinstimmen. Dies ist dadurch zu erklären, daß bei diesen beiden Schießversuchen die Geschützmündung sich nur um wenige Millimeter gehoben hatte, sowie dadurch, daß bei Mörsern von einem eigentlichen Rücklauf kaum die Rede sein kann, da das Geschütz nur die Bewegungen machen kann, die die Elastizität der Laffete und Unterlaffete zuläßt. Man kann somit auch die für den ersten und vierten Versuch errechneten Abgangsfehlerwinkel als zuverlässig ansehen, wenn sie auch nur mittels der alten Methode mit einer einzigen Pappscheibe erhalten wurden. Wenn man jetzt die erhaltenen 4 ϱ-Werthe mit den entsprechenden 4 μ-Werthen auf einem Kurvenblatt zusammenstellt, so erhält man durch graphische Interpolation die ferneren ϱ-Werthe für anderweite Ladungen wie folgt:

μ	ϱ	μ	ϱ	μ	ϱ
0,400	56'	0,800	57'	1,200	62'
0,500	56'	0,900	58'	1,300	63'
0,600	56'	1,000	59'	1,400	64'
0,700	57'	1,100	60'		

Wenn auch ϱ von der kleinsten bis zur größten Ladung nur wenig schwankt, so daß man für alle Ladungen annähernd 1° annehmen könnte, soll doch bei der Berechnung der verschiedenen Schußtafeln die vorstehende Tabelle Berücksichtigung finden.

III. Schießen gegen Scheiben.

Erste Serie.

Ladung 0,800 kg grobkörniges Pulver Nr. 1. Entfernung*) = 1811 m.

Schußzahl der Probe	Schußzahl der Serie	Erhöhung	Seitenverschiebung	Bodentreffbild: Ordinaten +y'	Bodentreffbild: Ordinaten −y'	Bodentreffbild: Abscissen +x'	Bodentreffbild: Abscissen −x'	Bemerkungen und Rechnungen.
			Theilstriche	m	m	m	m	
1		35°	74	—	130	—	40	Höhe des mittleren Treffpunkt über dem Geschützhorizont: q = 31 m.
	1	45°	100	—	90	—	0	Luftdichte**) δ = 1,021
	2				115	—	7	Koordinaten des mittleren Treffpunktes:
	3				58	—	0	$A' = \frac{\Sigma x'}{n} = 1{,}15$
	4				92	—	10	$B' = \frac{\Sigma y'}{n} = -104{,}3.$
	5				148	—	5	Mittlere Abweichungen
	6				115	—	1	nach der Seite: $H = \frac{2}{n}(\Sigma x'_d - d A$
	7				90	2	—	$= 4{,}865,$
	8				130	—	1	nach der Länge: $K' = \frac{2}{n}(\Sigma y'_s - s B$
	9				102	5	—	$= 27{,}0.$
	10				140	10	—	50 % aller Schüsse liegen in einem Streifen von
	11				138	4	—	E = 1,69 · H = 8,22 m Brei
								F' = 1,69 · K' = 45,63 m Läng
								Abgangswinkel***) φ = 45' + ϱ = 45° 57'

*) Der als Koordinatenanfangspunkt dienende Mast stand 1830 m von der Nullinie, das Geschütz 19 m vor dieser Nullinie.

**) Barometer: h = 728 mm, Augustsches Psychrometer t = 1°, t_0 = 0°.

***) Der Abgangswinkel ist gleich dem Erhöhungswinkel plus dem Abgangsfehlerwinkel (schon vorher gemessen).

[Fortsetzung.]

Schußzahl der Probe	Serie	Erhöhung	Seitenverschiebung	Bodentreffbild Ordinaten +y'	Ordinaten −y'	Abscissen +x'	Abscissen −x'	Bemerkungen und Rechnungen.
			Theilstriche	m	m	m	m	
	12				83	—	4	Geländewinkel $\varepsilon = \text{arc tg } \frac{31}{1706{,}7} = 1° 2'$.
	13				134	3	—	
	13				65	3	—	Berichtigung der Seitenverschiebung:
	15				88	7	—	$S = S_0 - \frac{A'}{X \cos \alpha}$ *)
	16				10	—	5	$\log A' = 0{,}06070.$
	17				95	11	—	$\text{colog } \frac{X}{L} = 1{,}76884$
	18				130	—	4	$\text{colog cos } \alpha = 0{,}14282$
	19				138	14	—	$\log \Delta S_0 = 1{,}97236$
	20				125	1	—	$\Delta S_0 = -0{,}94$
								$S = 99{,}06.$
								Abgangswinkel reduzirt auf den Horizont:
								$\sin 2\varphi_x = 2 \cos \varphi \cdot \frac{\sin(\varphi - \varepsilon)}{\cos \varepsilon}$
								$\log 2 = 0{,}30103$
								$\log \cos \varphi = \bar{1}{,}84216$
								$\log \sin(\varphi - \varepsilon) = \bar{1}{,}84885$
								$\text{colog cos } \varepsilon = 0{,}00007$
								$\log \sin 2\varphi_x = 1{,}99211$
								$2\varphi_x = 79° 6'$
								$\varphi_x = 39° 33'.$

*) Setzt man L = 1000, so ergiebt sich die Korrektur der Seitenverschiebung in Theilstrichen.

Zweite Serie.

Ladung 1,400 kg grobkörniges Pulver Nr. 1. Entfernung*)=2481 m.

Schußzahl der Probe	Schußzahl der Serie	Erhöhung	Seitenverschiebung	Bodentreffbild: Ordinaten +y'	Bodentreffbild: Ordinaten −y'	Bodentreffbild: Abscissen +x'	Bodentreffbild: Abscissen −x'	Bemerkungen und Rechnungen
			Theilstriche	m	m	m	m	
1	1	20°	42	118		4		Höhe des mittleren Treffpunktes über dem Geschützhorizont: $q = 38$ m.
	2			47		3		Luftdichte**) $\delta = 1{,}011$
	3			114		2		Koordinaten des mittleren Treffpunktes:
	4			86		5		$A' = \frac{\Sigma x'}{n} = 4{,}7$
	5			56		4		$B' = \frac{\Sigma y'}{n} = -137.$
	6			59		2,5		Mittlere Abweichungen:
	7			140		5,5		nach der Seite: $H^{***}) = \frac{2}{n}(\Sigma x'_a - dA') = 3{,}2,$
								nach der Länge: $K' = \frac{2}{n}(\Sigma y'_s - s B') = 39{,}37.$

*) Die vorläufigen Rechnungen ergaben X = 2487 m, daher wurde der den Koordinatenanfang bezeichnende Mast auf 2500 m Entfernung von der Nullinie gelegt. Die Geschützmündung war 19 m vor dieser Nullinie.

**) Der Barometerstand betrug h = 740 mm; das Psychrometer ergab t = 8°, t_0 = 5,5°.

***) Beim elften Schuß erhob sich ein leichter Wind quer zur Schußrichtung und entgegengesetzt zur Abweichung; zur Berechnung der mittleren seitlichen Abweichung wurden daher nur die ersten zehn Schüsse der Serie herangezogen.

[Fortsetzung.]

Schußzahl der Probe Serie	Erhöhung	Seitenverschiebung	Bodentreffbild				Bemerkungen und Rechnungen
			Ordinaten		Abscissen		
			+y'	−y'	+x'	−x'	
		Theilstriche	m	m	m	m	
8				152	8		50% aller Schüsse liegen in einem Streifen von
9				158	10		$E = 1{,}69 \cdot H = 5{,}41$ m Breite,
10				128	11		$F' = 1{,}69 \cdot K' = 66{,}54$ m Länge.
11				172	15		Abgangswinkel $\varphi = 20°$
12				170	15,5		$+ \varrho = 20°\ 56'$
13				114	10,5		Geländewinkel $\varepsilon =$ arc
14				165	16,5		$\operatorname{tg} \frac{38}{2344} = 56'.$
15				222	22,5	*)	Berichtigung der Seitenverschiebung:
16				168	16,5		$S = S_0 - \frac{A'}{X \cdot \cos \alpha} \cdot L$
17				166	19		$\log A' = 0{,}67210$
18				212	25		$\operatorname{colog} \frac{X}{L} = \bar{1}{,}60304$
19				156	18		$\operatorname{colog} \cos a = 0{,}02450$
							$\log \Delta S_0 = 0{,}29964$
							$\Delta S_0 = -1{,}94$
							$S = 40{,}06.$
							Abgangswinkel reduzirt auf den Horizont:
							$\sin 2\varphi_x = 2 \cos \varphi \frac{\sin (\varphi - \varepsilon)}{\cos \varepsilon}$
							$\log 2 = 0{,}30103$
							$\log \cos \varphi = \bar{1}{,}97035$
							$\log \sin (\varphi - \varepsilon) = \bar{1}{,}53405$
							$\operatorname{colog} \cos \varepsilon = 0{,}00006$
							$\log \sin 2\varphi_x = 1{,}80549$
							$2\varphi_x = 34°\ 44'$
							$\varphi_x = 19°\ 52'.$

*) Siehe Anmerkung *** Seite 22.

Dritte Serie.

Ladung 1,400 kg grobkörniges Pulver Nr. 1. Entfernung*) = 3281 m.

Schußzahl der Probe	Schußzahl der Serie	Erhöhung	Seitenverschiebung	Bodentreffbild Ordinaten +y'	Bodentreffbild Ordinaten −y'	Bodentreffbild Abseissen +x'	Bodentreffbild Abseissen −x'	Bemerkungen und Rechnungen
			Theilstriche	m	m	m	m	
1		35°	73**)	—	400	45		Höhe des mittleren Treffpunktes über dem Geschützhorizont: q = 52 m.
	1	45°	60		35	15		Luftdichte***) $\delta = 1{,}011$ Koordinaten des mittleren Treffpunktes:
	2				9	17		$A' = \frac{\Sigma x'}{n} = 14{,}67$
	3			180		0		$B' = \frac{\Sigma y'}{n} = 8{,}4$
	4				118	6		Mittlere Abweichungen:
	5				40	6		nach der Seite: H = 8,93
	6				5	27		nach der Länge: K' = 66,13
	7			50			3	50% aller Schüsse liegen in einem Streifen von E = 15,09 m Breite, F' = 111,76 m Länge.

*) Der Mast wurde auf 3300 statt 3447 m aufgestellt, welch' letztere Zahl durch die vorläufigen Rechnungen ermittelt war, und zwar auf Grund der Thatsache, daß bei den vorhergegangenen Serien die Schießen (speziell wegen der kleiner als angenommen gewesen ausgefallenen Anfangsgeschwindigkeiten) zu kurz gewesen waren.

**) Es wurden 73 Theilstriche genommen nach Maßgabe der bereits bestehenden Schußtafeln.

***) Barometer: h = 736 mm; Psychrometer t = 9°, t_0 = 8°.

[Fortsetzung.]

Schußzahl der Probe Serie	Erhöhung	Seitenverschiebung	Bodentreffbild				Bemerkungen und Rechnungen
			Ordinaten		Abscissen		
			+y'	−y'	+x'	−x'	
		Theilstriche	m	m	m	m	
							Abgangswinkel $\varphi = 45° + \varrho = 46°\ 12'$.
8				8	18		Geländewinkel $\varepsilon = \text{arc tg } \frac{52}{3289{,}4} = 54'$.
9				32	24		
10			120		10		Berichtigung der Seitenverschiebung:
11				5	15		$S = S_0 - \frac{A'}{X} \cdot \cos\alpha \cdot L$
12			170		2		$\log A' = 1{,}16643$
							$\text{colog } \frac{X}{L} = 1{,}48288$
13			18		26		$\text{colog cos } \alpha = 0{,}14380$
							$\log \Delta S_0 = 0{,}79311$
14				145	23		$\Delta S_0 = -6{,}21$
							$S = 53{,}79$.
15				15	34		Abgangswinkel reduzirt auf den Horizont:
							$\sin 2\varphi_x = 2 \cos\varphi \frac{\sin(\varphi - \varepsilon)}{\cos\varepsilon}$
							$\log 2 = 0{,}30103$
							$\log \cos\varphi = 1{,}84020$
							$\log \sin(\varphi - \varepsilon) = \bar{1}{,}85175$
							$\text{colog cos } \varepsilon = 0{,}00005$
							$\log \sin 2\varphi_x = 1{,}99303$
							$2\varphi_x = 79°\ 46'$
							$\varphi_x = 39°\ 53'$.

Nach Beendigung der Schießverſuche und Ausführung der vorſtehend gekennzeichneten Rechnungen in Bezug auf Treffbilder, Streuungen, Seitenverſchiebungs-Korrektur und Reduktion des Abgangswinkels wurde zur Berechnung der Reduktionskoeffizienten $\iota\beta$, h, h' und h'' übergegangen.

§ 3. Berechnung der Reduktionskoeffizienten.

Koeffizienten $\iota\beta$. Für die Berechnung der $\iota\beta$ iſt die Formel anzuwenden:

$$f = \frac{V^2 \sin 2\varphi}{g X} \qquad \iota\beta = f_6 \cdot \frac{C}{\delta X}$$

in welcher an Stelle von V, X, φ und δ die in drei Schießverſuchen ermittelten Werthe einzuführen ſind. Die nachſtehende Tabelle ergiebt die bezüglichen Rechnungen:

	Erſte Serie	Zweite Serie	Dritte Serie
V	129,8	206,3	200,3
X	1706,7	2344	3289,4
φ	39° 33'	19° 52'	39° 53'
log V^2	4,22654	4,62900	4,60336
log sin 2φ	1,99211	1,80549	1,99303
colog g	1,00855	1,00855	1,00855
colog X	$\bar{4}$,76784	$\bar{4}$,63004	$\bar{4}$,48288
log f	1,99504	0,07308	0,08782
δ	1,021	1,011	1,001
f_6	—	2246	2677
log f_6	—	3,35141	3,42765
colog X	—	$\bar{4}$,63004	$\bar{4}$,48288
log C	—	0,14795	0,14795
colog δ	—	1,99525	1,99957
log $\iota\beta$	—	0,12465	0,05805
$\iota\beta$	—	1,332	1,143

Die Prüfung der erhaltenen Resultate zeigt, daß bei der ersten Serie sich kein Werth für $\iota\beta$ erhalten läßt, da $\log f < 0$ und daher

$$f < 1$$

ist. Es wären also $\frac{V^2 \sin 2\varphi}{g} < X$, oder mit anderen Worten: die Schußweite im luftleeren Raum kleiner als die im luft-erfüllten.*) Man muß zu der Annahme gelangen, daß die durch den Chronographen gemessene Anfangsgeschwindigkeit von 129,8 m kleiner als die wahre ist, und daß hier irgend welche Unregelmäßigkeit im Funktioniren des Instrumentes vorgelegen hat.

Berücksichtigt man nun:

1. daß der Werth $\iota\beta = 1{,}143$, der sich aus der dritten Serie ergiebt, vollkommen mit dem für gleiche Entfernung und gleichen Abgangswinkel aus der neuen Siaccischen Tabelle**) der theoretischen β-Werthe (für die 15 cm Granate ist $\iota = 1$) errechneten Werthe übereinstimmt;

2. daß dieser Werth $\iota\beta = 1{,}143$ unter denen der drei Serien jedenfalls das meiste Vertrauen verdient, da er der größten Schußweite und dem größten Erhöhungswinkel entspricht,

so kann man mit Fug und Recht diesen Werth als zuverlässig und außerdem für die gesammte Entwickelung der Schußtafeln als konstant annehmen, Letzteres speziell, da aus der schon genannten Siaccischen Tabelle sich für die Daten der ersten Serie ($X = 1706{,}7$, $\varphi = 39° 33'$) $\iota\beta = 1{,}142$ ergiebt.

Nachdem auf diese Weise der Werth von $\iota\beta$ festgestellt worden ist, sind die Angaben des Chronographen, wie folgt, zu berichtigen:

---

*) Im luftleeren Raum erhält man für $V = 129{,}8$ und $\varphi = 39° 33' : X = 1687$ m, während sich im lufterfüllten Raum unter sonst gleichen Verhältnissen $X = 1706{,}7$ m ergiebt.

**) Rivista d'artiglieria e genio. Jahrg. 1890, Bd. IV und Balistique extérieure, Paris 1892.

Gegeben ist also $\alpha = 1{,}143$, und — durch die drei Serien — X, ω und f, dann berechnen sich die entsprechenden Werthe von V mittelst der Formeln:

$$\omega = \frac{f \cdot \alpha}{C} \cdot X$$

$$V = \frac{g \cdot X}{\sin 2\,\omega}$$

	Erste Serie	Zweite Serie	Dritte Serie
X	[illegible]	[illegible]	[illegible]
ω	[illegible]	[illegible]	[illegible]
f	[illegible]	[illegible]	1,001
$\log \alpha$	[illegible]	[illegible]	[illegible]
$\log f$	[illegible]	[illegible]	0,00043
$\log X$	[illegible]	[illegible]	3,51712
$\operatorname{colog} f$	[illegible]	[illegible]	[illegible]
$\log f_1$	[illegible]	[illegible]	3,42765
f_1	1417	[illegible]	2677
$\log f$	0,04540	0,06240	0,03780
$\log g$	0,99145	0,99145	0,99145
$\log X$	3,23216	3,36996	3,51712
$\operatorname{colog} \sin 2\,\omega$	0,00789	0,19451	0,00697
$\log V'$	4,27690	4,61832	4,60334
$\log V$	2,13845	2,30916	2,30167
V	137,5	203,8	200,3

Die so berichtigten V-Werthe sind nunmehr als den Versuchsladungen entsprechend anzusehen. Um aber nun auch für die anderen Ladungen, welche nicht zu Versuchsschießen verwandt wurden, aber in die Schußtafeln aufgenommen werden sollen, die Anfangsgeschwindigkeiten festzustellen, braucht man bloß das zwischen Ladung und Quadrat der Anfangsgeschwindigkeit bestehende empirische Gesetz

$$V^2 = \alpha\,\mu + \beta$$

zu beachten und ein Diagramm*) zu konstruiren, aus dem sich dann folgende Werthe ergeben:

μ kg	V m	μ kg	V m
0,400	79	1,000	161
0,500	96	1,100	172
0,600	111	1,200	183
0,700	125	1,300	192
0,800	138	1,400	202
0,900	150		

Koeffizienten h, h′, h″.

Um für die Aufstellung aller Schußtafeln die Seitenverschiebungen und Streuungen berechnen zu können, muß man auf Grund der Versuchsdaten die Werthe der Koeffizienten h, h′, h″ bestimmen, welche durch die nachfolgenden Formeln gegeben werden:

$$h = \frac{S \cdot X}{1000\, V^2 \sin 2\varphi}$$

$$h' = \frac{E}{V^2 \sin \varphi}$$

$$h''^2 = \frac{F'^2 - h'^2 \cdot V^4 \cos^2 2\varphi}{V^2 \sin 2\varphi}.$$

*) Zwischen drei Ladungen (0,400, 0,800 und 1,400) und den entsprechenden Geschwindigkeitsquadraten (79,4, 137,5 und 202,0).

Gegeben ist also $\iota\beta = 1{,}143$, und — durch die drei Serien — X, φ und δ, dann berechnen sich die entsprechenden Werthe von V mittelst der Formeln:

$$f_6 = \frac{\delta\,\iota\,\beta}{C} \cdot X,$$

$$V' = f \cdot \frac{g \cdot X}{\sin 2\,\varphi}.$$

	Erste Serie	Zweite Serie	Dritte Serie
X	1706,7	2344	3289,4
φ	39° 33′	19° 52′	39° 53′
δ	1,021	1,011	1,001
log $\iota\beta$	0,05805	0,05805	0,05805
log δ	0,00903	0,00475	0,00043
log X	3,23216	3,36996	3,51712
colog C	$\bar{1}$,85205	$\bar{1}$,85205	$\bar{1}$,85205
log f_6	3,15129	3,28481	3,42765
f_6	1417	1927	2677
log f	0,04540	0,06240	0,03780
log g	0,99145	0,99145	0,99145
log X	3,23216	3,36996	3,51712
colog sin 2 φ	0,00789	0,19451	0,00697
log V^2	4,27690	4,61832	4,60334
log V	2,13845	2,30916	2,30167
V	137,5	203,8	200,3

Die so berichtigten V-Werthe sind nunmehr als den Versuchsladungen entsprechend anzusehen. Um aber nun auch für die anderen Ladungen, welche nicht zu Versuchsschießen verwandt wurden, aber in die Schußtafeln aufgenommen werden sollen, die Anfangsgeschwindigkeiten festzustellen, braucht man bloß das zwischen Ladung und Quadrat der Anfangsgeschwindigkeit bestehende empirische Gesetz

$$V^2 = \alpha\,\mu + \beta$$

zu beachten und ein Diagramm*) zu konstruiren, aus dem sich dann folgende Werthe ergeben:

μ kg	V m	μ kg	V m
0,400	79	1,000	161
0,500	96	1,100	172
0,600	111	1,200	183
0,700	125	1,300	192
0,800	138	1,400	202
0,900	150		

Koeffizienten h, h', h''.

Um für die Aufstellung aller Schußtafeln die Seitenverschiebungen und Streuungen berechnen zu können, muß man auf Grund der Versuchsdaten die Werthe der Koeffizienten h, h', h'' bestimmen, welche durch die nachfolgenden Formeln gegeben werden:

$$h = \frac{S \cdot X}{1000\, V^2 \sin^2 \varphi}$$

$$h' = \frac{E}{V^2 \sin \varphi}$$

$$h''^2 = \frac{F'^2 - h'^2 \cdot V^4 \cos^2 2\varphi}{V^2 \sin^2 2\varphi}.$$

*) Zwischen drei Ladungen (0,400, 0,800 und 1,400) und den entsprechenden Geschwindigkeitsquadraten (79,4, 137,5 und 202,0).

Die erforderlichen Rechnungen giebt die nachfolgende Tabelle:

	Erſte Serie	Zweite Serie	Dritte Serie
V	137,5	203,8	200,3
X	1706,7	2344	3289,4
φ	39° 33′	19° 52′	39° 53′
S	99,06	40,06	53,79
log S	1,99590	1,60271	1,73070
log $\frac{X}{1000}$	0,23216	0,36996	0,51712
colog V^2	5,72310	5,38168	5,39666
colog $\sin^2 \varphi$	0,39206	0,93748	0,38598
log h	0,34322	2,29183	$\bar{2}$,03046
h	0,02204	0,019581	0,010727
E	8,22	5,41	15,09
log E	0,91487	0,73320	1,17869
colog V^2	5,72310	5,38168	5,39666
colog sin φ	0,19603	0,46874	0,19299
log h′	4,83400	$\bar{4}$,58362	$\bar{4}$,76834
h′	$0,0^3$68234	$0,0^3$38337	$0,0^3$58660
log h′²	7,66800	7,16724	7,53668
log V^4	8,55380	9,23664	9,20668
log $\cos^2 2\varphi$	$\bar{2}$,55336	1,77198	2,49916
log $h'^2 V^4 \cos^2 2\varphi$	0,77516	2,17586	2,24252
F′	45,63	66,54	111,76
log F′	1,65925	1,82308	2,04829
log F′²	3,31850	3,64616	4,09658
F′²	2082,09	4427,49	12490,5
$h'^2 V^4 \cos^2 2\varphi$	5,96	149,92	174,8
$F'^2 - h'^2 V^4 \cos^2 2\varphi$	2076,13	4277,57	12315,7
log $(F'^2 h'^2 V^4 \cos^2 2\varphi)$	3,31725	3,63120	4,09046
colog V^2	5,72310	5,38168	5,39666
colog $\sin^2 2\varphi$	0,01578	0,38902	0,01394
log h″²	$\bar{1}$,05613	$\bar{1}$,40190	1,50106
h″²	0,11380	0,25229	0,31700

Es würden also als Mittelwerthe für die Aufstellung der sämmtlichen Schußtafeln folgen:

$$h = 0{,}01745; \qquad h' = 0{,}0^{3}5508; \qquad h''^{2} = 0{,}22770.$$

§ 4. Aufstellung der Schußtafeln.

Um die Erhöhungswinkel α, die Fallwinkel ω, die Endgeschwindigkeiten U und die Flugzeiten T zu berechnen, ist, da es sich um Geschwindigkeiten unter 240 m handelt, die Methode der Schießfaktoren für quadratischen Luftwiderstand zu benutzen, indem die nachstehenden Formeln zur Anwendung gelangen.

$$f_6 = \frac{\delta\, \iota\beta}{C} \cdot X;$$

$$\sin 2\varphi = f \cdot \frac{g \cdot X}{V^2};$$

$$\alpha = \varphi - \varrho;$$

$$\operatorname{tg} \omega = f_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi;$$

$$U = \frac{V \cdot \cos \varphi}{f_3 \cos \omega};$$

$$T = f_2 \sqrt{X} \operatorname{tg} \varphi.$$

Hierin ist $\delta = 1$, $\iota\beta = 1{,}143$, $C = 1{,}4059$. Hat man f_6, so ergeben sich die anderen Faktoren aus der Tabelle der Schießfaktoren*). Die Seitenverschiebungen S (in Theilstrichen), sowie die Breite und Länge der Streifen für 50 pCt. sind durch die nachstehenden Formeln zu berechnen:

$$S = \frac{h\, V \sin^2 \varphi}{X} \cdot 1000;$$

$$E = h'\, V^2 \sin \varphi;$$

$$F' = \sqrt{h'^2\, V^4 \cos^2 2\varphi + h''^2\, V^2 \sin^2 2\varphi}$$

wobei h, h' und h'' die schon genannten Mittelwerthe zu erhalten haben.

*) Tabelle VII der Siaccischen Balistica und Manuale d'artiglieria, IV. Theil, Seite 404.

Die Aenderungen, welche die Seitenverschiebung bewirkt, werden durch die Beziehung $\frac{X}{1000}$ errechnet, während die lebendigen Kräfte sich in Dynamods*) nach der Formel $\frac{p\,U^2}{2000\,g}$ ergeben.

Endlich sind die Aenderungen in der Schußweite, welche eine um 0,1° geänderte Erhöhung im Gefolge hat, sehr einfach durch Interpolation zu ermitteln, indem man die Zahl 100 durch die Differenz derjenigen beiden Winkel theilt, welche den um + 50 bezw. — 50 von der in Frage stehenden Entfernung abliegenden Entfernungen entsprechen.

Im Nachfolgenden werden alle Berechnungen wiedergegeben, die für die Aufstellung einer Schußtafel für 1,400 kg Ladung erforderlich sind, und welche dann nicht für alle in der Schußtafel zur Verwendung gelangenden Entfernungen wiederholt zu werden brauchen, sondern nur in Zwischenräumen von 400 zu 400 m, ausgehend von einer Entfernung, welche etwa 10° entspricht, und sich erstreckend bis zur Maximalschußweite.

*) 1 Dynamod = 1000 mkg. Anmerkung des Uebersetzers.

Berechnung von α, ω, T, U.

X	1400	1800	2200	2600	3000	3350**)
log X . . .	3,14613	3,25527	3,34242	3,41497	3,47712	3,52504
log $\frac{t\beta}{C}$ . . .	$\bar{1}$,91010	$\bar{1}$,91010	$\bar{1}$,91010	$\bar{1}$,91010	$\bar{1}$,91010	$\bar{1}$,91010
log f_6	3,05623	3,16537	3,25252	3,32507	3,38722	3,43514
f_6	1138	1463	1789	2114	2439	2724
log f	0,03630	0,04700	0,05770	0,06860	0,07970	0,08940
log g	0,99145	0,99145	0,99145	0,99145	0,99145	0,99145
log X	3,14613	3,25527	3,34242	3,41497	3,47712	3,52504
col g V^{2}*).	5,38930	5,38930	5,38930	5,38930	5,38930	5,38930
log sin 2 φ	$\bar{1}$,56318	1,68302	1,78087	1,86432	$\bar{1}$,93757	1,99519
2 φ	21° 28′	28° 48′	37° 8′	47° 2′	60°	81° 30′
φ	10° 44′	14° 24′	18° 34′	23° 31′	30°	40° 45′
ϱ	1° 4′	1° 4′	1° 4′	1° 4′	1° 4′	1° 4′
α	9° 40′	13° 20′	17° 30′	22° 27′	28° 56′	39° 41′
log f_1	0,03570	0,04570	0,05590	0,06610	0,07610	0,08490
log tg φ . .	1,27773	1,40952	1,52620	1,63865	1,76144	1,93533
log tg ω . .	1,31343	1,45522	1,58210	1,70475	1,83754	0,02023
ω	11° 38′	15° 55′	20° 55′	26° 52′	34° 32′	46° 20′
log f_2	1,66360	1,66610	1,66860	1,67100	1,67340	1,67550
$\frac{1}{2}$ log X . .	1,57307	1,62764	1,67121	1,70749	1,73856	1,76252
$\frac{1}{2}$ log tg φ	1,63887	1,70476	1,76310	1,81933	1,88072	1,96767
log T	0,87554	0,99850	1,10291	1,19782	1,29268	1,40569
T	7,51	9,97	12,67	15,77	19,62	25,45
log f_3	0,05340	0,06860	0,08390	0,09910	0,11430	0,12780
log V	2,30535	2,30535	2,30535	2,30535	2,30535	2,30535
log cos φ .	1,99233	1,98614	1,97679	1,96234	1,93753	1,87942
colog cos ω	0,00901	0,01698	0,02961	0,04961	0,08418	0,16086
colog f_3 . . .	1,94660	1,93140	1,91610	1,90090	1,88570	1,87220
log U	2,25329	2,23987	2,22785	2,21820	2,21276	2,21788
U	179,2	173,7	169,0	165,3	163,2	165,1

*) V = 202.

**) Für X = 3400 ergiebt sich log sin 2 φ = 0,00303. Diese Schußweite ist also größer als die Maximalschußweite.

Berechnung von S, E und F.

X	1400	1800	2200	2600	3000	3350
log h V^2 . .	2,85250	2,85250	2,85250	2,85250	2,85250	2,85250
log $\sin^2 \varphi$.	$\bar{2}$,54014	$\bar{2}$.79132	1,00596	1,20198	1,39794	1,62950
colog $\frac{X}{1000}$	$\bar{1}$,85387	$\bar{1}$,74473	$\bar{1}$,65758	$\bar{1}$,58503	$\bar{1}$,52288	$\bar{1}$,47496
log S	1.24651	1,38855	1,51604	1,63951	1,77332	1,95696
S	17,64	24,47	32,81	43,60	59,34	90,56
log h' V^2 . .	1,35169	1,35169	1,35169	1,35169	1,35169	1,35169
log sin φ .	$\bar{1}$,27007	$\bar{1}$,39566	$\bar{1}$,50298	$\bar{1}$,60099	$\bar{1}$,69897	$\bar{1}$,81475
log E	0,62176	0,74735	0,85467	0,95268	1,05066	1,16644
E	4,19	5,59	7,16	8.97	11,24	14,67
log h''² V^2.	3,96806	3,96806	3,96806	3,96806	3,96806	3,96806
log $\sin^2 2\varphi$	1,12686	$\bar{1}$,36565	$\bar{1}$,56160	$\bar{1}$,72872	$\bar{1}$,87506	$\bar{1}$,99040
log h''² V^2 $\sin^2 2\varphi$.	3,09492	3,33371	3,52966	3,69678	3,84312	3,95846
log h'² V^4 .	2,70338	2,70338	2,70338	2,70338	2,70338	2,70338
log $\cos^2 2\varphi$	$\bar{1}$,93756	$\bar{1}$,88532	$\bar{1}$.80317	$\bar{1}$,66702	1.39794	$\bar{2}$,33940
log h'² V^4 $\cos^2 2\varphi$.	2,64094	2,58870	2,50655	2,37040	2,10132	1.04278
$h''^2 V^2 \sin^2 2\varphi$	1244,3	2156,3	3385,8	4974,9	6968,2	9087,8
$h'^2 V^4 \cos^2 2\varphi$	437.5	387,9	321,0	234,6	126,3	11,0
F''^2.	1681,8	2544,2	3706,8	5209,5	7094,5	9098.8
log F''^2 . . .	3,22577	3.40555	3,56900	3,71680	3,85092	3,95898
log F'' . . .	1,61289	1,70278	1,78450	1,85840	1,92546	1,97949
F''	41,01	50,44	60,88	72,18	84,23	95,39

Nachdem dergestalt von 400 zu 400 m alle Größen berechnet worden sind, welche in den Schußtafeln auftreten, werden die für von 50 zu 50 m steigende Entfernungen erforderlichen Zwischenwerthe einfach durch graphische Interpolation ermittelt.

Dasſelbe Verfahren, welches für die Aufſtellung der Schußtafel für $\mu = 1{,}400$ durchgeführt wurde, gelangte auch für die anderen Schußtafeln zur Anwendung, die ſämmtlich im Nachfolgenden gegeben werden.

Dieſe Tafeln unterſcheiden ſich von den jetzt gebräuchlichen dadurch, daß ſie

1. durch die Tafeln für Ladungen von 0,4 bis 0,5 bereichert ſind;
2. für alle Ladungen ſich bis zu einem kleinſten Erhöhungswinkel von 10° herab erſtrecken.

Ladung 0,400 kg.

Anfangsgeſchwindigkeit . . . 79 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 56′.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverſchiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt		Endgeſchwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-		Flugzeit
				1 Theilſtrich der Seitenverſchiebung nach der Seite um	0,1° Erhöhung nach der Länge um			Breite von	Länge von	
X	α	S	ω			U		E	F′	T
m	Grad	Theilſtriche	Grad	m	m	m	Dyn.*)	m	m	Sek.
250	10,7	18	11,8	0,3	2	78	9	0,7	15	3,3
300	13,2	22	14.3	0,3	2	77	9	0,8	18	3,9
350	15,8	26	17,1	0,4	2	77	9	1,0	21	4,6
400	18,6	31	20,1	0,4	2	77	9	1,1	24	5,4
450	21,8	37	23,4	0,5	1	77	9	1,3	27	6,2
500	25,7	44	27,3	0,5	1	76	9	1,6	30	7,2
550	30,4	54	32,3	0,6	1	76	9	1,8	33	8,4
600**	36,7	68	38,6	0,6	1	76	9	2,1	37	9,8

*) Siehe Anmerkung Seite 32.

**) Maximalſchußweite etwa 615 m.

[redacted]

Ladung 0,500 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . m. Abgangsfehlerwinkel . . . 56'.

Entfernung X	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Im Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit U	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel- Breite von E	Länge von F	Flugzeit T
m	Grad	Theilstr.	Grad	m	m	m	Drm.	m	m	Sek.
350	10,3	17	11.4	0.4	3	96	13	1,0	18	3,8
400	12,0	20	13.3	0,4	3	93	13	1,1	21	4,3
450	13,8	23	15,2	0,5	3	92	13	1,3	23	4,9
500	15,7	26	17,1	0,5	3	92	13	1,4	26	5,5
550	17,6	30	19,2	0,6	2	92	13	1,6	28	6,2
600	19,8	33	21,4	0,6	2	92	13	1,8	31	6,9
650	22,0	37	23,8	0,7	2	91	13	2,0	33	7,6
700	24,4	42	26,4	0,7	2	91	13	2,2	36	8,3
750	27,3	47	29,3	0,8	2	91	13	2,5	38	9,2
800	30,8	56	32,9	0,8	1	91	13	2,7	41	10,2
850*	35,1	65	37,4	0,9	1	91	13	3,0	44	11,4

Ladung 0,600 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 111 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 56'.

450	9,9	17	11.1	0.5	4	107	18	1,3	20	4,2
500	11,3	19	12,6	0,5	4	106	18	1,4	23	4,7
550	12,7	21	14.0	0,6	4	106	18	1,6	25	5,3
600	14,1	23	15,5	0,6	4	105	17	1,8	27	5,8
650	15,5	26	17,0	0,7	4	105	17	1,9	29	6,3
700	16,9	28	18,5	0,7	3	105	17	2,1	31	6,9
750	18,4	31	20,1	0,8	3	104	17	2,2	33	7,4
800	19,9	34	21,7	0,8	3	104	17	2,4	36	7,9
850	21,6	38	23.6	0,9	3	104	17	2,6	38	8,5
900	23,4	41	25 5	0,9	3	104	16	2,8	40	9,1
950	25,4	45	27,6	1,0	2	103	16	3,0	43	9,8
1000	27,7	50	30,1	1,0	2	103	16	3,2	45	10,7
1050	30,5	56	33,0	1,1	2	103	16	3,5	47	11,6
1100	34,0	64	36,7	1,1	1	103	16	3,9	50	12,8
1150**	38,5	75	41,3	1,2	1	103	16	4,3	52	14.1

*) Maximalschußweite etwa 890 m.

**) Die Maximalschußweite etwa 1170 m.

Ladung 0,700 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 125 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 57'.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Breite von	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Länge von	Flugzeit
X	α	S	ω			U		E	F'	T
m	Grad	Theilstriche	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
600	10,6	18	11,9	0,6	5	119	22	1,7	25	5,0
650	11,6	20	13,0	0,7	5	118	22	1,9	27	5,5
700	12,7	22	14,1	0,7	5	118	22	2,0	28	6,0
750	13,8	24	15,3	0,8	5	117	21	2,2	30	6,4
800	14,9	26	16,6	0,8	5	117	21	2,4	32	6,9
850	16,0	28	17,9	0,9	4	116	21	2,5	34	7,4
900	17,2	30	19,2	0,9	4	116	21	2,7	36	7,9
950	18,5	32	20,6	1,0	4	116	21	2,9	38	8,4
1000	19,9	34	22,0	1,0	4	115	20	3,0	40	9,0
1050	21,3	37	23,5	1,1	3	115	20	3,2	42	9,5
1100	22,8	40	25,1	1,1	3	115	20	3,5	44	10,1
1150	24,4	44	26,7	1,2	3	115	20	3,7	46	10,7
1200	26,2	48	28,4	1,2	3	115	20	4,0	48	11,3
1250	28,1	53	30,4	1,3	3	115	20	4,3	51	12,0
1300	30,2	59	32,7	1,3	2	115	20	4,6	53	12,8
1350	32,4	66	35,4	1,4	2	114	20	4,9	55	13,7
1400	35,4	74	39,1	1,4	1	114	20	5,3	57	15,0
1450*)	40,5	82	43,9	1,5	1	114	20	5,7	59	16,5

*) Maximalschußweite etwa 1470 m.

Ladung 0,800 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 138 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 57'.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Breite von	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Länge von	Flugzeit
X	α	S	ω			U		E	F'	T
m	Grad	Theilstriche	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
700	9,9	17	11,2	0,7	6	130	26	2,0	26	5,4
750	10,8	19	12,2	0,8	6	130	26	2,1	28	5,8
800	11,7	20	13,3	0,8	5	129	26	2,3	30	6,2
850	12,7	22	14,3	0,9	5	129	26	2,5	32	6,6
900	13,6	24	15,3	0,9	5	128	25	2,6	33	7,1
950	14,6	25	16,3	1,0	5	128	25	2,8	35	7,5
1000	15,6	27	17,4	1,0	5	127	25	3,0	37	7,9
1050	16,6	29	18,6	1,1	5	127	25	3,2	39	8,4
1100	17,6	31	19,8	1,1	5	126	25	3,3	41	8,8
1150	18,7	33	21,0	1,2	4	126	25	3,5	43	9,3
1200	19,9	35	22,3	1,2	4	125	24	3,7	44	9,8
1250	21,1	37	23,5	1,3	4	125	24	3,9	46	10,3
1300	22,3	39	24,8	1,3	4	125	24	4,1	48	10,8
1350	23,6	42	26,2	1,4	4	124	24	4,3	50	11,4
1400	24,9	45	27,7	1,4	4	124	24	4,6	52	12,0
1450	26,3	49	29,3	1,5	3	124	24	4,8	54	12,6
1500	27,8	53	31,0	1,5	3	124	24	5,1	56	13,3
1550	29,6	57	32,9	1,6	3	124	24	5,4	58	14,1
1600	31,6	62	35,0	1,6	2	124	24	5,8	60	14,9
1650	34,1	68	37,6	1,7	2	124	24	6,1	62	15,8
1700*)	36,9	74	40,7	1,7	1	124	24	6,4	64	16,8

*) Maximalschußweite etwa 1750 m.

Ladung 0,900 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 150 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 58′.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-: Breite von	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-: Länge von	Flugzeit
X	α	S	ω			U		E	F′	T
m	Grad	Theil-strecke	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
850	10,5	18	12,0	0,9	6	139	30	2,5	30	6,0
900	11,3	20	12,9	0,9	6	139	30	2,6	32	6,4
950	12,1	21	13,7	1,0	6	138	29	2,8	33	6,8
1000	13,0	23	14,6	1,0	6	138	29	3,0	35	7,2
1050	13,8	24	15,5	1,1	6	137	29	3,1	37	7,6
1100	14,6	26	16,4	1,1	6	137	29	3,3	38	8,1
1150	15,4	27	17,3	1,2	6	136	29	3,5	40	8,5
1200	16,2	29	18,3	1,2	6	136	29	3,7	41	8,9
1250	17,0	30	19,3	1,3	6	135	28	3,8	43	9,3
1300	17,9	32	20,3	1,3	6	135	28	4,0	45	9,7
1350	18,8	33	21,3	1,4	6	135	28	4,2	47	10,2
1400	19,8	35	22,4	1,4	5	134	28	4,4	48	10,6
1450	20,8	37	23,5	1,5	5	134	28	4,6	50	11,1
1500	21,9	39	24,6	1,5	5	133	27	4,8	52	11,6
1550	23,0	41	25,8	1,6	5	133	27	5,0	54	12,1
1600	24,1	43	27.1	1,6	4	133	27	5,2	55	12,6
1650	25,3	46	28,5	1,7	4	132	27	5,5	57	13,2
1700	26,6	49	30,0	1,7	4	132	27	5,7	59	13,8
1750	28,0	53	31,5	1,8	3	132	27	6,0	61	14.4
1800	29,5	57	33,1	1,8	3	132	27	6,3	63	15,1
1850	31,2	62	34,9	1,9	3	132	27	6,7	65	16,0
1900	33,1	68	37,0	1,9	2	132	27	7,1	66	16,9
1950	35,7	74	39,8	2,0	2	132	27	7,5	68	17,9
2000*	38,8	80	43,1	2,0	1	132	27	7,9	70	19,0

*) **Maximalschußweite** etwa 2030 m.

Ladung 1,000 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 161 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 59'.

Entfernung X	Erhöhung α	Seitenverschiebung S	Fallwinkel ω	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit U	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-: Breite von E	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-: Länge von F'	Flugzeit T
m	Grad	Theilstrecke	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
950	10,2	18	11,8	1,0	8	148	34	2,8	32	6,3
1000	10,9	19	12,6	1,0	8	148	34	3,0	33	6,6
1050	11,5	21	13,3	1,1	8	147	34	3,1	35	7,0
1100	12,2	22	14,1	1,1	7	147	34	3,3	36	7,4
1150	12,9	23	14,9	1,2	7	146	33	3,5	38	7,7
1200	13,6	24	15,7	1,2	7	146	33	3,6	39	8,1
1250	14,3	25	16,5	1,3	7	145	33	3,8	41	8,5
1300	15,0	27	17,3	1,3	7	145	33	4,0	43	8,9
1350	15,8	28	18,1	1,4	7	144	32	4,1	44	9,3
1400	16,5	29	19,0	1,4	7	144	32	4,3	46	9,7
1450	17,3	30	19,9	1,5	6	143	32	4,4	47	10,1
1500	18,1	32	20,9	1,5	6	143	32	4,6	49	10,5
1550	19,0	33	21,9	1,6	6	142	31	4,8	50	11,0
1600	19,8	35	22,9	1,6	6	142	31	5,0	52	11,4
1650	20,7	37	24,0	1,7	5	141	31	5,2	54	11,9
1700	21,7	39	25,0	1,7	5	141	31	5,4	55	12,3
1750	22,7	41	26,1	1,8	5	141	31	5,6	57	12,8
1800	23,7	43	27,2	1,8	5	140	30	5,9	59	13,3
1850	24,8	46	28,3	1,9	5	140	30	6,1	61	13,8
1900	25,9	49	29,5	1,9	5	140	30	6,4	62	14,4
1950	27,0	52	30,7	2,0	4	140	30	6,8	64	14,9
2000	28,2	56	32,1	2,0	4	139	30	7,1	66	15,4
2050	29,5	61	33,5	2,1	3	139	30	7,5	68	16,0
2100	31,0	67	35,2	2,1	3	139	30	8,0	69	16,7
2150	32,9	74	37,3	2,2	2	139	30	8,4	71	17,7
2200	35,4	81	40,0	2,2	2	140	30	8,9	73	19,0
2250	38,9	90	43,6	2,3	1	140	30	9,5	75	20,6

*) Maximalschußweite etwa 2300 m.

Ladung 1,100 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 172 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 60'.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Breite von	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Länge von	Flugzeit
X	α	S	ω			U		E	F'	T
m	Grad	Theilstrecke	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
1050	9,9	18	11,5	1,1	9	157	38	3,1	34	6,4
1100	10,5	19	12,2	1,1	9	157	38	3,3	35	6,8
1150	11,0	20	12,8	1,2	9	156	38	3,4	36	7,2
1200	11,6	21	13,5	1,2	8	155	37	3,6	38	7,5
1250	12,2	22	14,2	1,3	8	155	37	3,8	39	7,9
1300	12,8	23	14,9	1,3	8	154	37	3,9	41	8,3
1350	13,5	24	15,6	1,4	8	154	37	4,1	42	8,6
1400	14,1	25	16,3	1,4	8	153	36	4,3	44	9,0
1450	14,8	26	17,1	1,5	8	152	36	4,4	45	9,3
1500	15,4	27	17,8	1,5	8	152	36	4,6	47	9,7
1550	16,1	29	18,6	1,6	7	151	35	4,8	48	10,1
1600	16,8	30	19,4	1,6	7	151	35	4,9	50	10,5
1650	17,5	31	20,2	1,7	7	150	35	5,1	51	10,9
1700	18,3	32	21,1	1,7	7	150	35	5,3	53	11,3
1750	19,0	34	22,0	1,8	7	150	35	5,5	54	11,7
1800	19,8	35	22,9	1,8	6	149	34	5,7	56	12,1
1850	20,6	37	23,8	1,9	6	149	34	5,9	57	12,5
1900	21.5	38	24,8	1,9	6	148	34	6,1	59	13,0
1950	22,3	40	25,8	2,0	6	148	34	6,4	61	13,4
2000	23,2	42	26,8	2,0	6	148	34	6,6	62	13,9
2050	24,1	44	27,9	2,1	5	147	34	6,9	64	14,4
2100	25,1	46	29,0	2,1	5	147	34	7,1	66	14,9
2150	26,1	49	30,1	2,2	5	147	34	7,4	67	15,4
2200	27,2	52	31,3	2,2	5	146	33	7,7	69	16,0
2250	28,3	56	32,6	2,3	4	146	33	8,1	71	16,6
2300	29,6	60	34,1	2,3	4	146	33	8,4	72	17,2
2350	31,1	64	35,8	2,4	3	146	33	8,8	74	18,0
2400	32,8	69	37,7	2,4	3	146	33	9,2	76	18,8
2450	34,7	74	39,7	2,5	2	146	33	9,7	77	19,7
2500	36,9	79	42,0	2,5	2	147	34	10,1	79	20,7
2550*)	39,3	85	44,6	2,6	1	147	34	10,5	81	21,8

*) **Maximalschußweite etwa 2580 m.**

Ladung 1,200 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 183 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 62'.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-: Breite von	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-: Länge von	Flugzeit
X	α	S	ω			U		E	F'	T
m	Grad	Theil-strecke	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
1200	10,1	19	11,9	1,2	10	166	43	3,6	37	7,1
1250	10,6	20	12,5	1,3	10	165	42	3,8	38	7,4
1300	11,2	21	13,1	1,3	10	165	42	3,9	40	7,7
1350	11,7	22	13,7	1,4	10	164	42	4,1	41	8,0
1400	12,2	23	14,3	1,4	9	163	41	4,3	42	8,4
1450	12,8	24	15,0	1,5	9	163	41	4,5	44	8,7
1500	13,3	25	15,6	1,5	9	162	41	4,6	45	9,1
1550	13,9	26	16,2	1,6	8	162	41	4,8	46	9,4
1600	14,5	27	16,9	1,6	8	161	40	5,0	48	9,8
1650	15,1	29	17,6	1,7	8	160	40	5,2	49	10,1
1700	15,7	30	18,3	1,7	8	160	40	5,3	51	10,5
1750	16,3	31	19,0	1,8	8	159	39	5,5	52	10,9
1800	16,9	32	19,7	1,8	8	159	39	5,7	53	11,2
1850	17,6	33	20,5	1,9	8	158	39	5,9	55	11,6
1900	18,2	34	21,3	1,9	8	157	38	6,1	56	12,0
1950	18,9	35	22,1	2,0	8	157	38	6,3	58	12,4
2000	19,6	36	23,0	2,0	7	156	38	6,5	59	12,8
2050	20,3	38	23,9	2,1	7	156	38	6,7	61	13,3
2100	21,0	39	24,9	2,1	7	155	37	6,9	62	13,7
2150	21,8	40	25,8	2,2	6	155	37	7,1	64	14,2
2200	22,6	42	26,8	2,2	6	155	37	7,3	65	14,6
2250	23,5	44	27,7	2,3	6	154	37	7,5	67	15,1
2300	24,4	46	28,7	2,3	6	154	37	7,8	68	15,6
2350	25,3	48	29,7	2,4	6	154	37	8,0	70	16,0
2400	26,2	50	30,7	2,4	5	153	36	8,3	72	16,5
2450	27,2	53	31,8	2,5	5	153	36	8,6	73	17,0
2500	28,2	55	32,9	2,5	5	153	36	8,9	75	17,5
2550	29,3	58	34,2	2,6	4	153	36	9,3	77	18,1
2600	30,5	62	35,5	2,6	4	153	36	9,7	78	18,7
2650	31,8	67	37,0	2,7	4	153	36	10,2	80	19,3
2700	33,3	72	38,6	2,7	3	153	36	10,7	82	20,1
2750	35,1	78	40,6	2,8	2	153	36	11,2	83	21,0
2800	37,4	84	43,1	2,8	2	154	37	11,7	85	22,2
2850*)	40,5	90	46,3	2,9	1	154	37	12,2	87	23,7

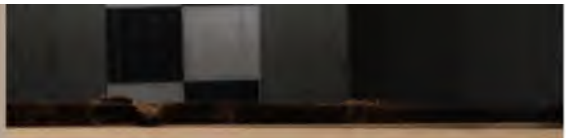
*) Maximalschußweite etwa 2870 m.

Ladung 1,300 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 192 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 63'.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Breite von	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel-Länge von	Flugzeit
X	α	S	ω			U		E	F'	T
m	Grad	Theilstrecke	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
1350	10,4	19	12,4	1,4	10	171	45	4,0	40	7,6
1400	10,9	20	13,0	1,4	10	170	45	4,2	41	7,9
1450	11,4	21	13,5	1,5	10	170	45	4,4	43	8,3
1500	11,9	22	14,1	1,5	10	169	44	4,5	44	8,6
1550	12,4	23	14,7	1,6	10	169	44	4,7	45	8,9
1600	13,0	24	15,3	1,6	10	168	44	4,9	47	9,2
1650	13,5	25	15,9	1,7	10	167	43	5,1	48	9,6
1700	14,0	26	16,5	1,7	10	167	43	5,3	49	9,9
1750	14,5	27	17,2	1,8	9	166	43	5,5	51	10,2
1800	15,1	29	17,8	1,8	9	165	42	5,7	52	10,6
1850	15,6	30	18,4	1,9	9	165	42	5,8	53	10,9
1900	16,2	31	19,1	1,9	8	164	42	6,0	55	11,3
1950	16,8	32	19,8	2,0	8	164	42	6,2	56	11,6
2000	17,5	33	20,5	2,0	8	163	41	6,4	58	12,0
2050	18,1	34	21,2	2,1	8	163	41	6,6	59	12,4
2100	18,7	35	22,0	2,1	8	162	41	6,8	60	12,8
2150	19,3	36	22,8	2,2	8	162	41	7,0	62	13,2
2200	20,0	38	23,6	2,2	8	161	40	7,2	63	13,6
2250	20,6	39	24,4	2,3	7	161	40	7,4	65	14,0
2300	21,3	40	25,2	2,3	7	160	40	7,7	66	14,4
2350	22,0	42	26,1	2,4	7	160	40	7,9	68	14,8
2400	22,8	43	27,0	2,4	7	159	39	8,1	69	15,3
2450	23,6	45	28,0	2,5	6	159	39	8,4	70	15,7
2500	24,4	47	29,0	2,5	6	159	39	8,6	72	16,1
2550	25,3	49	30,0	2,6	6	159	39	8,8	73	16,6
2600	26,1	51	31,0	2,6	6	158	39	9,1	75	17,0
2650	27,0	53	32,0	2,7	5	158	39	9,4	76	17,5
2700	27,9	55	33,0	2,7	5	158	39	9,7	78	18,1
2750	28,9	58	34,1	2,8	5	158	39	10,1	80	18,7
2800	29,9	62	35,2	2,8	5	158	39	10,5	81	19,2
2850	31,0	67	36,4	2,9	4	158	39	11,0	83	19,8
2900	32,3	72	37,8	2,9	4	158	39	11,5	85	20,4
2950	33,8	77	39,5	3,0	3	158	39	12,0	86	21,2
3000	35,7	83	41,7	3,0	2	158	39	12,6	88	22,3
3050	38,2	89	44,4	3,1	2	159	39	13,2	90	23,6
3100*	41,7	96	48,0	3,1	1	160	40	13,8	91	25,3

*) Maximalschußweite etwa 3110 m.



Ladung 1,400 kg.

Anfangsgeschwindigkeit . . . 202 m. Abgangsfehlerwinkel . . . 64'.

Entfernung	Erhöhung	Seitenverschiebung	Fallwinkel	Den Treffpunkt verlegt: 1 Theilstrich der Seitenverschiebung nach der Seite um	Den Treffpunkt verlegt: 0,1° Erhöhung nach der Länge um	Endgeschwindigkeit	Lebendige Kraft	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel: Breite von	50 pCt. Treffer erfordern eine Ziel: Länge von	Flugzeit
X	α	S	ω			U		E	F'	T
m	Grad	Theil. striche	Grad	m	m	m	Dyn.	m	m	Sek.
1450	10,1	18	12,1	1,5	11	179	50	4,3	42	7,8
1500	10,5	19	12,6	1,5	11	178	49	4,5	43	8,1
1550	11,0	20	13,1	1,6	11	177	49	4,7	44	8,4
1600	11,4	21	13,6	1,6	11	176	48	4,9	45	8,7
1650	11,9	22	14,2	1,7	11	176	48	5,0	47	9,0
1700	12,3	23	14,7	1,7	10	175	47	5,2	48	9,4
1750	12,8	24	15,3	1,8	10	174	47	5,4	49	9,7
1800	13,3	24	15 9	1,8	10	174	46	5,6	50	10,0
1850	13,8	25	16,5	1,9	10	173	46	5,8	52	10,3
1900	14,3	26	17,1	1,9	10	172	46	6,0	53	10,6
1950	14,8	27	17,7	2,0	10	172	46	6,1	54	10,9
2000	15,3	28	18,3	2,0	10	171	45	6,3	55	11,3
2050	15,8	29	18,9	2,1	9	171	45	6,5	57	11,6
2100	16,4	31	19,6	2,1	9	170	45	6,7	58	12,0
2150	16,9	32	20,2	2,2	9	170	45	6,9	59	12,3
2200	17,5	33	20,9	2,2	8	169	44	7,2	61	12,7
2250	18,1	34	21,6	2,3	8	169	44	7,4	62	13,1
2300	18,7	35	22,3	2,3	8	168	44	7,6	64	13,5
2350	19,3	37	23,0	2,4	8	168	44	7,8	65	13,8
2400	19,9	38	23,7	2,4	8	167	43	8,0	66	14,2
2450	20,5	39	24,5	2,5	8	167	43	8,3	68	14,6
2500	21,1	41	25,3	2,5	8	166	43	8,5	69	15,0
2550	21,8	42	26,1	2,6	7	166	43	8,7	71	15,4
2600	22,5	44	26,9	2,6	7	165	42	9,0	72	15,8
2650	23,1	45	27,7	2,7	7	165	42	9,2	74	16,2
2700	23,8	47	28,6	2,7	7	165	42	9,4	75	16,6
2750	24,6	48	29,5	2,8	6	164	42	9,7	77	17,0
2800	25,4	50	30,4	2,8	6	164	42	9,9	78	17,5
2850	26,2	52	31,3	2,9	6	164	42	10,2	80	18,0
2900	27,0	54	32,3	2,9	6	164	42	10,5	81	18,5
2950	27,9	57	33,4	3,0	5	163	41	10,9	83	19,0
3000	28,9	59	34,5	3,0	5	163	41	11,2	84	19,6
3050	29,9	62	35,7	3,1	5	163	41	11,6	86	20,2
3100	30,9	66	36,9	3,1	4	163	41	12,0	87	20,8
3150	32,2	70	38,2	3,2	4	163	41	12,5	89	21,4
3200	33,6	74	39,8	3,2	3	163	41	13,0	90	22,2
3250	35,2	79	41,5	3,3	3	164	42	13,5	92	23,1
3300	37,0	85	43,6	3,3	2	164	42	14,1	94	24,1
	39,7	91	46,3	3,4	1	165	42	14,7	95	25,5

Maximalschußweite etwa 3380 m.

Kleine Mittheilungen.

1.

Neuer österreichischer Mörser.

Dem österreichischen Belagerungsartillerie-Parke ist durch Erlaß des Kriegsministeriums ein neues Geschütz eingereiht worden. Es ist dieses der 21 cm Mörser (Modell 1892), dessen Rohr aus Stahlbronze hergestellt ist. Das in letzter Zeit wiederholt aufgetauchte Gerücht, daß in Zukunft die Stahlbronze nur bei den Geschützen bis zum Kaliber von 15 oder 18 cm zur Verwendung kommen solle, ist somit ganz unbegründet. Der Mörser hat centrale Zündung, glatten Laderaum und die Züge sind 0,5 mm tief eingeschnitten. Die Rohrlänge beträgt 3,395 m und das Gewicht 2705 kg, jenes der Spitzbombe 94 kg. Ob auch Geschosse mit Ecrasitfüllung verwendet werden können, konnte nicht erfahren werden. Uebrigens sind Form und Zünder der Bomben jenen der Bomben bei den älteren Mörsern gleich. Die größte Wurfweite ist 5800 m und es wird sowohl die Treffsicherheit als die bedeutende Durchschlagskraft der Geschosse sehr gerühmt. Die aus zwei durch „Riegel" verbundenen Wänden bestehende „Schleife" ist aus Stahlblech erzeugt und besitzt ein Gewicht von 2150 kg. Bei den angegebenen Dimensionen und dem Gewichte dieses Mörsers ist es selbstverständlich, daß derselbe nur dem eigentlichen (schweren) Belagerungspark zugetheilt werden kann, wogegen die „mobilen Belagerungs-Batteriegruppen" mit kleineren Kalibern ausgerüstet werden. Es ist für fünf solche „Gruppen" das ganze Material bereitgestellt, und werden hierfür nach dem von dem Kriegsminister gestellten und von den Delegationen bewilligten Antrage demnächst die erforderlichen Bespannungskadres aufgestellt werden. Der 21 cm Mörser dürfte auch in Küstenplätzen, in Landfestungen jedoch nur ausnahmsweise verwendet werden.

—h.

Literatur.

1.

Lehrgang der französischen Sprache. Zweiter Theil. Französisches Lese- und Uebungsbuch. Bearbeitet von Dr. Püttmann, Professor am Königlichen Kadettenkorps. Berlin 1892. Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Preis geh. 1,50 M.

Es handelt sich hier um einen eigenartigen Versuch auf dem Gebiete des sprachlichen Unterrichts, der die vollste Beachtung auch der Leser unserer Zeitschrift verdient. Die in neuester Zeit gesteigerten Bestrebungen unserer Heeresleitung, die Sprachfertigkeit des Offizierkorps in jeder Weise zu fördern, dürfte keine bessere Unterstützung finden als durch dieses von einem altbewährten und in der Armee wohlbekannten Lehrer auf Veranlassung der Generalinspektion des Militär-Erziehungs- und Bildungswesens verfaßte Lese- und Uebungsbuch.

Dasselbe ist zwar zunächst als Leitfaden für die besonderen Unterrichtszwecke der Haupt-Kadettenanstalt bestimmt und als solcher ein wichtiges Glied in der Reihe der im Geiste der Kaiserlichen Verordnungen über Schulreform an dieser Offizier-Pflanzschule entstandenen Lehrmittel. Dennoch dürfte sich das Buch als ein höchst geeignetes Hülfsmittel erweisen für die sprachliche Fortbildung jedes Offiziers, namentlich aber solcher Kameraden, welche bisher noch nach der alten Methode durch ausschließliches Lesen der „Musterschriftsteller" französischer Literatur — wenn überhaupt erfolgreich — eine Ausdrucksweise erzielt haben, die nach der treffenden Bemerkung des Dr. Püttmann bedenklich an Mr. Prud'homme des „Journal amusant" erinnert.

Zur Vermeidung dieses Fehlers hat der Verfasser die neue und neueste Militärliteratur für seine Uebungsstücke ausgenutzt und hat sich dabei auf den Krieg von 1870/71, sowie auf die französischen und deutschen Dienstvorschriften zunächst zweckmäßig beschränkt. Der originale Inhalt besteht demnach aus einer Reihe von den großen Krieg betreffenden Urkunden, wie Schriftwechsel der leitenden Persönlichkeiten beider Parteien, Vereinbarungen, Festungsübergaben, Maueranschlägen (besonders praktisch und wichtig, weil häufig vorkommend!), Einzelberichten verschiedener Schlachten 2c. Ferner finden sich Marsch- und Operations-, sowie Tagesbefehle Napoleons I. und seiner Marschälle sowie des Großen Hauptquartiers von 1870, und endlich Muster für Befehlsausgaben aus der französischen Uebersetzung der Verdyschen Studien über Felddienst vom Major G. Peloux — also mustergültige Schriftstücke nach doppelter Richtung.

Es ist überhaupt ein Vorzug dieser Sammlung, daß fast ausschließlich Uebersetzungen französischer Offiziere, wie E. Jaeglé, Costa de Serda, Peloux oder Auszüge aus französischen Originalwerken, Handbüchern, Instruktionen und Reglements geboten werden, wodurch die für jeden deutschen Lehrer und Kenner der französischen Sprache immer noch bestehende Gefahr, Germanismen zu bieten, wirksam vermieden ist.

Der Beschluß des Buches bietet eine höchst geschickte Zusammenstellung von militärischen „Wörtern und Redensarten", die ausschließlich französischen Schriftstellern entnommen, für militärische Aufsätze und Berichte Verwendung finden kann und gleichzeitig die Kenntniß der wesentlichsten französischen Dienstvorschriften mit verbreiten hilft.

Wird dieses Verzeichniß durch Lehrer und Schüler gemeinsam verarbeitet und vertieft, insbesondere durch steten Vergleich des Gebotenen mit unseren bezüglichen Vorschriften und Einrichtungen, so dürfte es dem Buche nach dem Wunsche seines Verfassers hierdurch sowie durch das ernste Studium der übrigen darin enthaltenen Musterstücke gelingen, „das für Verständniß und Behandlung allgemein militärischer Dinge nöthige Französisch zu übermitteln."

Stavenhagen.

2.

Krebs (Major). Kriegsgeschichtliche Beispiele der Feldbefestigung und des Festungskrieges. Im Anschluß an den auf den Königlichen Kriegsschulen eingeführten Leitfaden der Befestigungslehre zusammengestellt. Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 18 Skizzen in Steindruck und 5 Textskizzen. Berlin 1892. Königl. Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Preis M. 5,—.

Im Jahrgang 1888 dieser Zeitschrift (S. 143) ist das erste Erscheinen dieser fleißigen und nützlichen Arbeit angezeigt. Daß eine zweite Auflage nöthig geworden, bezeugt den Anklang, den jene gefunden hat. Die Feldbefestigung und der Festungskrieg sind so wesentliche Bestandtheile der modernen Kriegführung geworden, daß die Offiziere aller Waffen eine genaue Kenntniß derselben nicht entbehren können und sie einen wichtigen Gegenstand des allgemeinen militärischen Unterrichts bilden. Major Krebs sammelte alle für den Feld- und Festungskrieg besonders wichtigen Beispiele aus den Kriegen 1864 bis 1878, so über Schützengräben, Feldverschanzungen, Geschützdeckungen, Barrikaden, Bau und Zerstörung von Eisenbahnen u. v. a. m., andererseits bezüglich des Festungskrieges die Beispiele für die Vorarbeiten und die gesammte Durchführung des Angriffs (u. A. Düppel, Straßburg, Belfort, Diedenhofen, Kars). Diese Beispiele schließen sich eng an den Leitfaden der Befestigungslehre an und werden daher allen jüngeren Offizieren eine willkommene Ergänzung zu demselben bilden.

II.

Das erste Vierteljahrhundert des Ingenieurkomitees.

Fünfundzwanzigjährige Jubiläen werden offiziell nicht gefeiert. Wird doch auch eine Ehe neu eingesegnet, ein Doktordiplom erneuert erst, wenn sie 50 Jahre bestanden. Aber welches Ehepaar beginge nicht auch in Freude und Rührung seine silberne Hochzeit!

Auch empfängt ja der Einzelne nach vorwurfsfreier 25jähriger Dienstzeit ein Erinnerungszeichen, das ihm an die Brust geheftet und fortan bei seinem Namen in der Rangliste unter „Orden und Ehrenzeichen" aufgeführt wird.

Dieser Gepflogenheit des Einzelnen und der Familie ist auch das Ingenieurkomitee gefolgt.

Als Einführungs- und Festschrift hat — auf dienstliche Veranlassung und nach den Akten — der zeitige Adjutant des Präses des Komitees, Hauptmann Geißler von der III. Ingenieur-Inspektion einen „Abriß der Geschichte des Königlich preußischen Ingenieurkomitees" verfaßt.

Die Arbeit ist im zweiten Beiheft zum Militär-Wochenblatte 1893 und danach als Sonderabdruck erschienen, vermehrt durch einen Anhang: „Rangliste der Offiziere und Beamten ꝛc.", die der Registrator und Bureauälteste Frenkel zusammengestellt hat, dessen Zugehörigkeit zum Komitee nahezu so alt ist wie dieses selbst; er kam am 1. April 1868 als Pionierunteroffizier und Schreiber in das Bureau und ist allmälig zum Bauwart 1. Klasse aufgestiegen.

Bei der stattgehabten doppelten Art der Veröffentlichung der Arbeit des Hauptmanns Geißler ist Allen, die sich für das Institut interessiren, dessen bisherige Entwickelung entweder bereits bekannt

oder doch die Kenntnißnahme derselben bequem zugänglich; es kann hier um so mehr jedes Eingehen auf den Inhalt der Schrift unterbleiben, als dieselbe in ihrer klaren, gedrungenen, auf das Thatsächliche beschränkten Darstellung einen Auszug kaum gestattet.

Dagegen wird allen Angehörigen des Ingenieur- und Pionierkorps und deren Freunden ein Bericht über den Verlauf des streng auf den engen Kreis der jetzigen und ehemaligen Komiteemitglieder beschränkt gewesenen Festes willkommen sein, den zu bringen von maßgebender Stelle uns gütigst gestattet worden ist.

Die mitgetheilten Reden sind stenographirt worden und authentisch.

Die Redaktion des Archivs.

A. Festbericht.

Ueber die Jubiläumsfeier wird berichtet, daß dieselbe in ihrem Verlauf bei allen Festtheilnehmern den Eindruck vollster Zufriedenheit hinterlassen hat.

Da dem 25jährigen Jubiläum bestimmungsgemäß eine offizielle Bedeutung nicht beigelegt werden soll, so hatte sich das Ingenieurkomitee in seinen Einladungen grundsätzlich nur auf ehemalige Mitglieder desselben beschränkt, obgleich es nahe lag, die Einladungen auf weitere Kreise, mit denen das Komitee in Beziehungen steht, auszudehnen.

Die erste gegenseitige Begrüßung der Festtheilnehmer fand am 31. Januar, Abends, im Burggrafen (Ecke des Kurfürstendammes und der Kurfürstenstraße) in zwangloser Weise statt; es hatten sich dazu auch einige ältere Kameraden eingefunden, welche an dem Festdiner des folgenden Tages nicht theilnahmen.

Daselbst lagen auch das angelegte Photographiealbum und die Autographensammlung aus, zu welcher in dankenswerther Bereitwilligkeit alle ehemaligen noch lebenden Mitglieder Photographie und Denkspruch eingesandt hatten (unter ihnen auch Prinz Radziwill aus Petersburg).

Das Festdiner fand am 1. Februar, Nachmittags, im Englischen Hause (Huster) statt; es betheiligten sich daran 40 Personen, darunter der gegenwärtige Korpschef und als ältester Vertreter ehemaliger Angehöriger des Komitees Excellenz W. Schulz.

Dementsprechend brachte der Korpschef das Hoch auf Se. Majestät den Kaiser aus, der gegenwärtige Präses des In-

genieurkomitees, Generallieutenant Schulz hielt die Festrede, welche einen Rückblick auf die Vergangenheit des Ingenieurkomitees gab und in einem Hoch auf die ehemaligen Mitglieder desselben ausklang, worauf Excellenz W. Schulz mit dem Wunsche auf weiteres Gedeihen und segensreiches Schaffen des Komitees und einem Hoch auf dasselbe erwiderte.

Eine große Zahl von Glückwunschtelegrammen gab den erfreulichen Beweis, daß auch viele abwesende ehemalige Mitglieder des Komitees an seinem Ehrentage seiner gedachten.

Eine besonders freudige Ueberraschung wurde einem Theil der gegenwärtigen Mitglieder des Ingenieurkomitees dadurch zu Theil, daß der Königlich bayerische Militärbevollmächtigte, Generalmajor Ritter v. Haag mit einem Glückwunsch zum Jubelfest vier Dekorationen überbrachte, welche der Prinz-Regent von Bayern die Gnade gehabt hatte, Sr. Exzellenz dem Herrn Präses, dem Major Looff, Hauptmann Volkmann und Hauptmann Geißler zu verleihen.

Die Tafelmusik führte die Kapelle des Garde-Pionier-Bataillons in einem Programm aus, über dessen Zusammenstellung und Ausführung einige Tage vorher Sich Se. Majestät der Kaiser besonders anerkennend auszusprechen Allergnädigst geruht hatte*). Geißler.

*) Die letzten Worte unseres Berichterstatters rechtfertigen es wohl, wenn wir — unter Fortlassung einiger Nummern, die auch bei jeder beliebigen bürgerlichen Tafelmusik hätten geblasen werden können — die militärmusikgeschichtlich hochinteressanten namhaft machen: Kaiser-Marsch von Wagner. — Der Hohenfriedeberger Marsch. — Historische Albumblätter nach Originalen aus dem 13. bis 19. Jahrhundert von Boettge. — Prinz von Oranien, Lied, 1. April 1572. — Hildebrandslied aus dem 13. oder 14. Jahrhundert. — Ein polnischer Aufzug, 17. Jahrhundert. — Feldgesang der Kurutzen, 1672. — Churpfälzischer Zapfenstreich, 1782. — Kriegsmarsch aus Wales, 1282-92. — Uralter Gesang eines Muezzin beim Sonnenaufgang. — Alte österreichische Tanzweise. — Marsch der Stadt Worms, 13. bis 15. Jahrhundert. — Altes Menuett von Lully, 1633-87. — Hubertus-Fanfare, 1800. — Russischer Marsch von Gluck, 1743. — Trauermarsch der bayerischen Kavallerie, 1822-23. — Türkischer Marsch aus dem 14. bis 15. Jahrhundert. — Volksweise 1813, „Was blasen die Trompeten". — Die Lützower nahen heran, 1813 — Der alte Pappenheimer aus dem 30jährigen Kriege. — Ambrosianischer Lobgesang. — Der Torgauer Marsch.

B. Tischreden.

1. Sr. Excellenz des Herrn Korpschefs General der Infanterie Golz.

Meine Herren!

Wir feiern heute im engeren Kreise — so zu sagen in der Familie — das 25jährige Bestehen einer sehr vornehmen Körperschaft, einer Vereinigung von Männern, bewährt in Wissen und Können, vornehm aber ganz besonders dadurch, daß es die erste und wichtigste Pflicht ihrer Mitglieder ist, lediglich und rücksichtslos nach dem sachlich Zweckmäßigen, nach dem Richtigen, nach dem Wahren zu streben. — Auch das Feld, auf dem dieses Ringen und Streben sich bewegt, ist das vornehmste: es ist die Sorge um des Kaisers und des Reiches Wehr und Heil!

Diejenigen Herren, welche in den letzten Jahren dem Komitee angehört haben, wissen aus eigener Erfahrung, welch lebhaftes Interesse, welch eingehendes Verständniß Se. Majestät der Kaiser uns gerade auf diesem Gebiete entgegenbringt.

Möge, wenn das Ingenieurkomitee sein erstes, nach den staatlichen Gepflogenheiten offiziell zu feierndes, 50jähriges Jubiläum begeht, der Kaiser Ursache haben, mit den Leistungen und Erfolgen seines Ingenieurkomitees zufrieden zu sein!

Wie man auf dieses Ziel erfolgreich losarbeitet, dafür haben uns unsere Vorgänger im Amte, von denen wir einige der verdienstreichsten heute unter uns zu sehen die Freude haben, ein glänzendes Beispiel gegeben.

Lassen Sie uns, meine Herren, stetig bemüht bleiben, ein solches auch unseren Nachfolgern zu hinterlassen!

In dieser Entschließung rufen wir:

Se. Majestät unser Allergnädigster Kaiser und Herr — hoch, hoch, hoch!

2. Sr. Excellenz des derzeitigen Komiteevorsitzenden Generallieutenants Schulz.

Meine Herren!

Als wir uns anschickten, die heutige Feier vorzubereiten, hielten wir es für unsere erste Aufgabe, die bisherige Geschichte des Ingenieurkomitees in einem Abriß festzulegen.

Herr Hauptmann Geißler hat sich dieser Arbeit unterzogen und hat sich erlaubt, das Ergebniß derselben den anwesenden Herren als eine kleine Festgabe zu überreichen.

Indem ich dieselbe wohlwollender Aufnahme empfehle, werde ich mich enthalten, dem geneigten Leser das Interesse an der Durchsicht dieser Schrift durch Ausbeutung ihres Inhalts zu verkürzen. Wenn aber an dem heutigen Tage ein Rückblick auf die Vergangenheit des Ingenieurkomitees nicht wohl ganz umgangen werden darf, so werde ich mich darauf beschränken, in kurzen Zügen an die Zeiterscheinungen zu erinnern, welche zur Entstehung des Ingenieurkomitees geführt und welche auf das Thätigkeitsgebiet desselben vornehmlich Einfluß geübt haben.

Nach dem Kriege von 1866 hatte mit der Gebietserweiterung des preußischen Staates auch die Armee eine erhebliche Verstärkung und veränderte Eintheilung erfahren. Unsere Pioniertruppe war dabei um drei Bataillone vermehrt worden, und neue Festungen waren den bisherigen hinzugetreten.

Alsbald nachdem Se. Majestät der König den neu geschaffenen Pionier-Bataillonen Fahnen verliehen hatte, wendete sich die Fürsorge des Allerhöchsten Kriegsherrn auch der Gesammtorganisation des Ingenieurkorps zu, für welche der bisherige Rahmen nicht mehr genügte. Die Allerhöchste Kabinetsordre vom 23. Dezember 1867 stellte für eine veränderte Organisation des Ingenieurkorps neue Grundzüge auf und verordnete hierbei u. A., daß die seit 1860 bestandene Ingenieurkommission aufzulösen und dafür eine Landesvertheidigungskommission und ein Ingenieurkomitee zu bilden seien.

Letzteres, das Ingenieurkomitee, trat der Allerhöchsten Bestimmung gemäß am 1. Februar 1868 zusammen, und so begehen wir heute den 25. Gedächtnißtag seines Bestehens — seine erste Jubiläumsfeier.

M. H.! Ich bin gewiß, daß es uns Allen wie auch unseren Nachfolgern allezeit eine stolze und hehre Erinnerung sein wird, daß es der große Heldenkaiser, damals noch König Wilhelm, war, dem das Ingenieurkomitee sein Entstehen verdankt, und wir bringen Ihm, dem Allerdurchlauchtigsten Begründer, am heutigen Jubiläumstage den schuldigen Tribut unserer Dankbarkeit durch ein stilles, tief ehrfurchtsvolles Gedenken.

M. H.! Unter Hinweis auf die näheren Ausführungen der Festschrift übergehe ich die einzelnen Veränderungen, welche die innere Organisation des Ingenieurkomitees inzwischen erfahren hat, und erwähne nur, daß seine gegenwärtige Gestalt im Wesentlichen vom Jahre 1873 datirt. Unserer heutigen Gedächtnißfeier dürfte es aber entsprechen, wenn wir uns noch einmal vergegenwärtigen, wie sehr die Zeit, welcher die ersten 25 Lebensjahre des Ingenieurkomitees angehören, reich war an großartigen Errungenschaften auf den verschiedensten Gebieten des staatlichen und wirthschaftlichen Lebens.

Zwei große europäische Kriege fallen in diese Zeit, der deutsch-französische und der russisch-türkische Krieg.

Es fällt dem Soldatenherzen schwer, bei einer militärischen Jubelfeier nicht an Ruhmesthaten im Felde erinnern zu dürfen; ich muß darauf verzichten, da das Ingenieurkomitee seine Arbeitsstätten schließt, sobald die Armee dem Feinde entgegentritt. Nur die ehemalige Sektion 4 des Ingenieurkomitees hat 1870/71 auch während des Feldzuges ihre Thätigkeit fortgesetzt, indem sie die Armee in ausgedehnter Weise mit Denkschriften und Plänen in Bezug auf die französischen Festungen versorgte. Im Uebrigen müssen wir uns mit der Erinnerung begnügen, daß die Kameraden, welche bei Ausbruch des Krieges 1870 dem Ingenieurkomitee angehörten, in den verschiedensten Dienststellungen an den Großthaten unseres Heeres mit Anerkennung theilgenommen haben, wie dies die ihnen verliehenen Auszeichnungen beweisen.

An Inhalt, Arbeit und Ergebnissen reich wurde nun aber für das Ingenieurkomitee nach seinem Wiederzusammentritt die Zeit, welche dem großen deutsch-französischen Kriege folgte. — Die gewonnenen militärischen Erfahrungen, welchen später noch diejenigen des russisch-türkischen Krieges hinzutraten, erheischten Studium und Nutzanwendung; noch unmittelbarer aber äußerte sich die tiefgreifende Wirkung, welche die politischen Folgen dieser Völkerkämpfe auf die Kriegsrüstung der meisten europäischen Staaten übten.

Für unsere Waffe (ich verstehe darunter allgemein die Geniewaffe aller betheiligten Staaten) war es zunächst von höchster Bedeutung, daß aus dem allseitigen Streben nach verstärktem Landesschutz eine Epoche der Festungsbauten hervorging, welche nach Zahl und Umfang der bei uns und im Auslande aus-

geführten Befestigungsanlagen als eine der großartigsten aller Zeiten dasteht.

In die Durchführung der hieraus erwachsenden Aufgaben mußte bei uns — in Deutschland — eingetreten werden, als die bisher gültigen Regeln und Lehren des Festungskrieges und des Befestigungswesens durch die kurz vorausgegangenen Kriegserlebnisse eine tiefe Erschütterung erfahren hatten, ohne daß eine Abklärung und Festigung neuer Anschauungen und Grundsätze abgewartet werden konnte, da die Unsicherheit der politischen Verhältnisse fortwährend auf Beschleunigung der Bauausführungen drängte. Kann es Wunder nehmen, wenn unter solchen Umständen manche Schwankungen vorkamen und auch Fehler begangen sind? Wir aber wollen unser Urtheil über das in jener Zeit Geleistete nicht von den Weisen entlehnen, welche hinterher so viel klüger geworden sind, noch weniger von denen, welche — bewußt oder unbewußt — vorgekommene Fehler unter eine falsche Beleuchtung gestellt haben; sondern wir wollen am heutigen Tage in Treue und Ehren derjenigen Männer gedenken, welche in jener Zeit an der Lösung so schwieriger Aufgaben nach besten Kräften direkt oder indirekt — also auch im Ingenieurkorps — mitgewirkt haben.

Den Kriegserfahrungen trat nun aber noch ein anderes Element zur Seite, das auf die militärischen Kampfmittel fortgesetzt umgestaltend einwirkte.

Es war dies die Technik, und zwar die Technik nahezu der gesammten Kulturwelt, welche bei dem Wettstreit der Nationen nach Entfaltung höchster militärischer Kraft mit in die Schranken trat und sich an diesem Wettkampf mit einer Energie und mit Erfolgen betheiligte, welche in der That staunenswerth sind. Erfindungen folgten auf Erfindungen dergestalt, daß das, was heute als richtig und Bestes anerkannt war, schon nach kurzer Zeit als überholt und verbesserungsbedürftig gelten mußte. Es bedarf hier, im Kreise der Wissenden, auch in dieser Beziehung keiner weitläufigen Ausführungen. Ihnen Allen ist bekannt, welche ungeheuren Fortschritte die Waffentechnik und mit ihr im Zusammenhange die Erzeugung von Treibmitteln und Sprengstoffen in den letzten 25 Jahren gemacht hat. Sie Alle wissen hinlänglich, wie hierdurch unaufhörlich die Gestaltung und Anwendung der Schutzmittel beeinflußt wurde. Gewann das Eisen neben Erde und

Stein die Berechtigung eines ebenbürtigen Faktors unter den Bauelementen der Befestigungskunst, so bedingten, neben der sich rastlos steigernden Waffenwirkung, zugleich auch die Fortschritte des Materials Abänderungen in Art und Form seiner Verwendung. Stahl und Eisen haben in den letzten 25 Jahren einen Entwickelungsprozeß durchgemacht, wie ihn mit gleichen Resultaten zuvor Jahrhunderte nicht aufzuweisen haben. Nickel und Aluminium sind in die Reihe der für uns beachtenswerthen Metalle eingetreten; die eminenten Forschungsresultate auf elektrotechnischem Gebiet haben in der Telephonie der Befehlsübermittelung neue Hülfen geboten, sie haben Beleuchtung, Sprengtechnik und Blitzschutz auf veränderte Grundlagen gestellt, und die in neuester Zeit nachgewiesene Möglichkeit der elektrischen Uebertragung mechanischer Energie auf weite Entfernungen eröffnet uns Ausblicke auf praktische Nutzanwendungen, deren Umfang noch nicht zu übersehen ist, mit deren Vorbereitung das Studium sich aber bereits beschäftigt.

Daß gerade an der Schwelle des abgelaufenen, von einer solchen technischen Schaffenskraft erfüllten Vierteljahrhunderts das Ingenieurkomitee ins Leben gerufen wurde, darf als eine segensreiche Fügung — insbesondere für unsere Spezialwaffe — angesehen werden; denn an Allem, was das preußische Ingenieur- und Pionierkorps in diesem Zeitraum in Festungsbauten oder irgendwie sonst in technischer Richtung geleistet hat, hat das Ingenieurkomitee seinen reichlichen Antheil, und darf dasselbe ohne Ueberhebung die Anerkennung treuer und ernster Mitwirkung für sich in Anspruch nehmen.

Wenn diese Anerkennung nicht in so weite Kreise gedrungen ist, wie es erwünscht wäre, oder wenn andererseits auch die Leistungen des Ingenieurkomitees nicht überall das erwartete Höchstmaß erreicht haben sollten, so ist hier weder Zeit noch Ort, der Ursache solcher Erscheinungen nachzugehen.

Wir wollen heute nur freudig tönende Saiten der Rückerinnerung anschlagen, damit Sie, meine Herren, die Sie dem Ingenieurkomitee noch angehören, sich auch durch die heutige Feier nur zu erhöhter Pflichterfüllung stärken, und in sich das Selbstgefühl lebendig erhalten, welches auch der Bescheidenheit ansteht und dessen Niemand entrathen kann, der etwas Tüchtiges leisten

will. Den alten Weisheitsspruch werden wir aber Alle an uns bewahrheitet finden, daß das Leben nur schön war, wenn es voll Mühe und Arbeit gewesen ist.

Ich habe von den reißenden Fortschritten der Wissenschaften und Technik im abgelaufenen Vierteljahrhundert gesprochen; aber dennoch, meine Herren, ist die Zeit vorüber, in welcher der Sage nach eine Pallas Athene in vollendeter Gestalt und Ausrüstung aus dem Haupte des Zeus geboren wurde. Vor unseren Augen entwickelt sich alles Leben in zeitlichem Wachsthum aus unscheinbaren Anfängen, und so treten auch die großen Erfindungen unserer Tage nicht plötzlich in voller Ausbildung und Nutzbarkeit in die Erscheinung, sondern sie entwickeln sich immer aus fruchtbaren Keimen erst im Laufe und unter der Pflege der Zeit zu ihrer vollen Bedeutsamkeit für das menschliche Leben. Aus diesem Vorgange ergiebt sich für das Ingenieurkomitee, insoweit dasselbe berufen ist, die Fortschritte der Wissenschaft und Technik in Bezug auf ihre Nutzbarkeit für bestimmte Zweige des Heeresdienstes zu verfolgen, daß seine Thätigkeit zu einem wesentlichen Theil in einem fortgesetzten Sammeln, Prüfen und Treiben von Ideen und Bestrebungen besteht, deren Reife eine mehr oder minder lange Entwickelungsdauer fordert.

Es folgt daraus weiter, daß die jeweiligen Angehörigen des Ingenieurkomitees neben den Geschäften, welche sich so zu sagen aus der erreichten Erkenntniß und den darauf begründeten Bedürfnissen der Zeit ergeben, fast andauernd auch mit solchen noch nicht abgeschlossenen Aufgaben befaßt sind, an denen schon ihre Vorgänger gearbeitet haben. Indem wir bei diesen Arbeiten an die Ansichten und Urtheile unserer Vorgänger anknüpfen müssen, auch da, wo neue Erfahrungen hinzugekommen sind, indem wir fast täglich eine oder die andere Arbeit unserer Vorgänger in die Hand nehmen, ihre Schriftzüge vor Augen haben und uns in ihr Denken vertiefen müssen, um die von ihnen angelegten Fäden weiter fortzuspinnen, bildet sich unter den einander folgenden Angehörigen des Ingenieurkomitees ein geistiges Band, das uns einigermaßen das Gefühl der Gemeinschaft ersetzen muß, welches den Kameraden eines Regiments aus langem Zusammenleben und gleichzeitigem Nebeneinanderwirken so reichlich erblüht. Daß dies Gefühl der Gemeinschaft aber kein leerer Wahn, daß es wirklich vorhanden

ist, das glauben wir aus der freundlichen Zustimmung entnehmen zu dürfen, welche die Anregung zur Stiftung eines Gedenkbuchs für das Ingenieurkomitee bei der großen Mehrzahl seiner ehemaligen Mitglieder gefunden hat. Leider ist die Zahl derer nicht mehr gering, welche, einstmals dem Ingenieurkomitee angehörig, inzwischen schon aus diesem Leben geschieden sind. Indem wir auch dieser heimgegangenen Kameraden am heutigen Tage in Treue gedenken, hoffe ich, trotz der Verschiedenheit fortifikatorischer Schulmeinungen, Niemand damit zu nahe zu treten, wenn ich das Gedächtniß an einen Mann besonders hervorhebe, den Oberstlieutenant Schumann, dessen Name mit den unsere Zeit bewegenden Fragen der Panzerbefestigungen in hervorragendster Weise verknüpft ist.

Wir, meine Herren, die wir gegenwärtig dem Ingenieurkorps angehören, sagen allen ehemaligen Herren Mitgliedern, welche uns ihre Bilder und Denksprüche zugesandt haben, unseren aufrichtigen Dank. Wir danken insbesondere den anwesenden Herren, welche durch ihr Erscheinen dem Fest eine erhöhte Weihe gegeben haben. Wir freuen uns und schätzen es uns zur hohen Ehre, darunter unseren gegenwärtigen Herrn Korpschef und den ehemaligen Präses des Ingenieurkomitees, Excellenz W. Schulz, zu sehen, der das Komitee am längsten und mit besonderem Erfolg geleitet hat. Wir gedenken aller noch lebenden Mitglieder des Ingenieurkorps und begrüßen die Anwesenden dieser Herren aufs Herzlichste, indem wir unsere besten Wünsche für sie ausdrücken mit dem aus kameradschaftlichem Gefühl hervorgehenden Rufe:

die noch lebenden ehemaligen Mitglieder des Ingenieurkomitees, insonderheit die hier anwesenden, sie leben hoch, hoch, hoch!

3. Sr. Exzellenz des früheren Komiteevorsitzenden Generallieutenants z. D. W. Schulz.

Meine Herren! Gestatten Sie, daß ich zunächst im Namen aller ehemaligen Mitglieder des Ingenieurkomitees meinen tiefgefühltesten Dank ausspreche sowohl Sr. Excellenz dem Herrn Korpschef, wie Sr. Excellenz dem Herrn Präses für die liebenswürdigen Worte, mit denen Sie Beide unserer gedacht; — gestatten Sie ferner, daß im Namen der hier anwesenden ehemaligen Mitglieder des Komitees ich die Versicherung gebe, daß es uns

eine hohe Freude, eine hohe Ehre ist, an diesem wichtigen Gedenktage unter unseren alten Kameraden zu sein. — Ich habe ferner zu danken dem Herrn Präses dafür, daß er eine alte liebe Freundin — die Arbeit — vor unseren Augen hat spazieren gehen lassen und uns einen Ueberblick gewährt hat über die umfangreiche Arbeit, die das Ingenieurkomitee bisher geleistet hat. — Meine Herren! Die Arbeit ist dasjenige, was das Leben erst werthvoll macht, und aus Erfahrung weiß ich, daß der Rückblick auf die Arbeit uns im Alter das fröhliche Herz giebt, das von dem Soldaten nun einmal unzertrennlich sein soll. — Wenn ich rückblicke auf die Zeit, die ich mit den gleichzeitigen Kameraden im Komitee durchlebt habe, so muß ich zwar zugeben, daß unsere Arbeiten nicht immer von momentanem Erfolge gekrönt waren; aber wir sind niemals verzagt gewesen; vielleicht momentan niedergedrückt, aber die Arbeitsfreudigkeit, der Muth, die Liebe zur Arbeit waren immer da und haben uns nie verlassen. Wir haben immer gewußt: die geistige Arbeit ist das Wahrzeichen des Ingenieurkomitees; eine Waffe, schneidiger als alle Waffen, die je getragen worden sind; eine Waffe, die dereinst die Welt erobern wird. Das Ingenieurkomitee wird unter diesem Wahrzeichen stehen bleiben und wird diese schneidige Waffe auch weiter zu führen wissen.

In diesem Zutrauen fordere ich Sie auf, mit mir auf das Wohl des Ingenieurkomitees ein volles Glas zu leeren. Das Ingenieurkomitee blühe auch weiterhin; es wachse und gedeihe! Das walte Gott!

Das Ingenieurkomitee lebe hoch! hoch! hoch!

III.

Zuiderzee und Panama.

Zweierlei modernes Ingenieurwerk.

(Hierzu Tafel I.)

Das labyrinthische Durcheinander von Land und Wasser, das zwischen der Schelde und den Rheinverästelungen die holländische Provinz Seeland bildet, noch mehr aber weiterhin die langgestreckte Halbinsel von Nord-Holland, die Inseln Texel, Vlieland, Ter Schelling, Ameland, Schiermonik, Bottum, Borkum, Norderney, Wangeroog, Nordstrand, Pelworm, Föhr, Sylt, Romoe, die Halligen — geben deutliche Kunde von dem siegreichen Kampfe, den das Meer mit dem Festlande äonenlang geführt hat; die Inselkette war einst die Küstenlinie des norddeutschen Tieflandes.

Die erfolgreichsten Kämpfe haben stattgefunden, bevor der Mensch überhaupt aufgetreten ist; ungezählte Jahrtausende, nachdem es zwar Menschen auf Erden, aber noch nicht auf dieser ungastlichen Küstenstrecke gab, die sich jährlich anders gestaltete, haben die Angriffe fortgedauert; fernere lange Zeiträume sind gefolgt, in denen vorgeschichtliche Völker sich hier zwar eingefunden hatten, aber nur als nomadisirende Fischer und Jäger. Schließlich sind sie seßhaft geworden und haben den Muth gewonnen, es mit der See aufzunehmen.

Nichts Größeres hat Goethe für seinen Faust (als den Repräsentanten des strebenden Kulturmenschen) zu erdenken gewußt, als den siegreichen Kampf mit dem Meere, als „Polderwirthschaft“! So prosaisch-nüchtern schließt das tiefsinnige Gedicht das Erdenleben des Helden.

Was im Kampfe mit dem Waſſer an der deutſchen Nordſeeküſte geſchieht, iſt verſchwindend wenig gegenüber demjenigen, was die Holländer gethan haben. Alles Bisherige weit übertreffend iſt aber das für das nächſte Menſchenalter Geplante — die Trockenlegung der Zuiderzee.*)

Der natürliche Seeweg nach Amſterdam iſt die Zuiderzee; aber ein durch Untiefen ſehr gefährdeter. Es iſt daher der etwa 60 km lange nordholländiſche Kanal von Amſterdam, über Alkmar

*) Die Holländer gebrauchen gegenwärtig nur das lateiniſche Alphabet; mehrere der Buchſtaben deſſelben jedoch zu anderen Sprachklängen als wir.

Z iſt das weiche deutſche ſ (S iſt immer ſcharf, d. h. unſer ſſ oder End-ß), ui iſt „eu" oder „äu". Man findet auch noch „Zuyderſee" in deutſchen Büchern und Atlanten. Dies iſt ſchlechthin inkonſequent; es iſt nur deshalb nicht gefährlich, weil „ſee" deutſch ebenſo ausgeſprochen wird, wie „zee" holländiſch, d. h. weiches ſ und gedehntes e. Da wir nicht den Muth haben, „Zuidersee" durch „Seuderſee" oder „Süderſee" (im Gegenſatz zu „Nordſee") wiederzugeben, ſollten wir wenigſtens konſequent ſein und „Zuiderzee" ſchreiben (und — wie hiermit geſchieht — eine erklärende Fußnote beifügen).

uy iſt mißverſtandenes „uij", denn y iſt das aus der früher gebrauchten Fraktur übertragene Doppel-Endſilben-i; das zweite geſchwänzt. Die Deutſchen ſchrieben ja auch noch am Ende des vorigen Jahrhunderts: „bey, frey, ſeyn". Im Druck einfach y, weil die Setzer das ij nicht mehr im Schriftkaſten hatten; in der Schreibſchrift ſetzten Viele — bewußt oder unbewußt der Herkunft des Pſeudo-y — zwei Punkte über daſſelbe. In Holland wird jetzt vielfach der Urſprung des fraglichen Lautzeichens richtig bezeichnet, indem nicht y, ſondern ij geſchrieben wird. Dieſem guten Gebrauch folgt die vorliegende Mittheilung und ſetzt z. B. „Ijſſel", ſtatt des in deutſchen Büchern und Karten üblichen „Yssel"**), was die Meiſten in aller Unſchuld „Üſſel" leſen, ſtatt „Eiſſel" (mit ſehr breitem ei).

uy in „Zuiderzee" iſt veraltete Schreibart für ui. u allein iſt das franzöſiſche u = ü; uy iſt alſo eigentlich = ü—ei. (Legt man den Hauptton auf das ü, ſo klingt „Zuyderzee" oder „Zuiderzee" nahezu wie „Süderſee".)

**) Die Verdoppelung des s braucht der Holländer nicht, da er das einfache ſelbſt zwiſchen zwei Vokalen wie ſſ ausſpricht.

bis zum Austritt bei Helder ins Marsdiep*) zwischen der Nordspitze der Halbinsel von Nord-Holland und der Insel Texel erbaut worden, der aber schon um die Mitte des Jahrhunderts den gesteigerten Ansprüchen des Seeverkehrs nicht mehr genügte. Theils im Interesse der Schifffahrt, theils in dem der Landeskultur sind in neuerer Zeit sehr bedeutende Werke ausgeführt worden: Die Trockenlegung der 50 qkm messenden Ijpolder („Het Y" — wie man sonst schrieb —, die nordwestlich von Amsterdam etwa 26 km tief ins Land reichende, aus der Zuiderzee abgezweigte Föhrde); die Trockenlegung des sich anschließenden Harlemer Meeres (181 qkm seichtes Wasser in fruchtbaren Ackerboden verwandelt); endlich die Anlage des 25 km langen Nordseekanals nach Ijmuiden (Eimeuden).

Während diese bedeutenden Aufgaben noch ihrer Lösung entgegensahen, erschien — 1848 — eine Broschüre, die den kolossalen Gedanken ausspann, die Zuiderzee einzudeichen. Ein Jahr später veröffentlichte ein holländischer Ingenieur van Diggelen eine ausführlichere Studie, die jenen Gedanken genauer präzisirte. Nichts Geringeres wurde dabei ins Auge gefaßt, als eine Wiederherstellung der ursprünglichen Küstenlinie durch Schluß der Lücken in der Inselkette von Helder bis Ameland. Von dessen Ostspitze aus sollte ein Deich durch das Wattenmeer an das Festland in der Richtung auf Gröningen geführt werden. Es wären damit 550000 Hektaren oder rund 100 geographische Quadratmeilen vom Meere abgeschnitten, der Flächeninhalt des Königreichs der Niederlande wäre um ein Sechstel vergrößert worden!

Nicht die durch diesen Plan bedingten Deichbauten als Abschlüsse vom Meere waren dasjenige, was ihn finanziell unmöglich erscheinen lassen mußte, sondern die zahlreichen kleinen und größeren Zuflüsse, die jetzt in die Zuiderzee münden und bis in die neue Küstenlinie zu verlängern gewesen wären. Die größte Schwierigkeit in dieser Beziehung hätte die Ijsel (Yssel, Eissel) verursacht, die einen Theil des Rheinwassers abführt und schon jetzt mächtige Deiche zum Schutze der Provinzen Gelderland (auf

*) Diep = Tief. Das e ist im Holländischen wie im Deutschen das Dehnungszeichen für i. Die übrigen Vokale werden durch Verdoppelung als gedehnte markirt. e hinter o bezeichnet unseren u-Laut, da u allein = ü ist.

ihrem linken) und Ober-Ijsel (auf dem rechten Ufer) nöthig gemacht hat, obwohl bei der jetzigen Verfassung die volle Fluthwirkung des Tidenwechsels durch das weite Becken der Zuiderzee abgefangen und gebrochen wird.

Der Plan van Diggelens fand lebhaften Widerspruch und wurde schließlich ad acta gelegt.

Nach sechzehn Jahren wurde er wieder hervorgeholt und von Neuem beleuchtet. Die Anregung ging vom Ministerium aus und wurde an ein großes Geldinstitut, die Bodenkreditgesellschaft, gerichtet, die den Ingenieur Beyerinck zu Rathe zog, der inzwischen bei der Trockenlegung des Harlemer Meeres Ruf und Erfahrung gewonnen hatte. Beyerinck erachtete es für unthunlich, die Ijsel abzusperren. Die Entfernung von ihrer jetzigen Mündung bis zur Ausgangspforte des Marsdiep zwischen Helder und Texel beträgt über 70 km; außerdem hätte die Ijsel-Eindeichung mindestens bis Zütphen aufwärts — noch 50 km — verstärkt werden müssen.

Beyerinck empfahl die Anlage eines Abschlußdeiches von der Ijselmündung in nordwestlicher Richtung nach Enkhuizen (Enkheusen), also die Einpolderung der größeren Südhälfte der Zuiderzee im Betrage von etwa 200000 Hektaren, d. h. etwa 36 pCt. des van Diggelenschen Planes.

Seitdem ist wieder ein Vierteljahrhundert vergangen. Die Frage ist von Neuem erörtert, ist fallen gelassen, wieder aufgenommen worden, vom Ministerium, von der Landesvertretung, von Privaten, von Geldmännern und Technikern. Heute endlich hat der Plan greifbare Gestalt und Aussicht auf Verwirklichung.

Anfang Januar 1886 fand in Amsterdam eine Versammlung statt, in der die wichtigsten Elemente, das Kapital und die Technik, gut vertreten waren, und das Ergebniß war die Gründung der „Zuiderzee-Vereeniging", deren Statuten im August desselben Jahres von der Regierung genehmigt worden sind.

Was endgültig beschlossen ist, meldet die 1892 in Leiden veröffentlichte Schrift: De Zuidersee, hare afsluiting (Abschluß) en droaglelegging (Trockenlegung). Der frühere erste Ingenieur der Gesellschaft, Lely, ist heute holländischer Wasserbauminister; die erste Finanzgröße des Landes, Wertheim, ist Ausschußmitglied.

Durch königlichen Befehl ist die Prüfung des Projekts durch eine Kommission von 28 Männern unter Vorsitz des Wasserbauministers angeordnet.

Man erkennt in dem heutigen Projekte als Grundlage den Beyerinckschen Gedanken der Absperrung der großen südwestlichen Einbuchtung zwischen Ijselmündung und Enkhuizen, mit der erheblichen Verbesserung, daß die der Zuiderzee abzugewinnende Fläche durch eine 1500 m breite gerade Wasserstraße in zwei Theile getheilt ist. Diese Wasserstraße, die sich unmittelbar östlich von Amsterdam in die durch die beizubehaltenden Ufer gebildete Bucht erstreckt, bildet die Zufahrt zur Stadt.

Längs der alten Festlandsgrenze, also von der Ijselmündung, unfern Kampen, über Elburg, Harderwijk (Harderweik), Dijkhuisen (Deikheusen), Naarden, Muiden (Meuden) für den Südtheil, und über Monnikendam*), Edam, Hoorn bis Enkhuizen für den Nordtheil, wird ein offener, schleusenloser Schifffahrtskanal geführt, um den genannten Plätzen, die sich bisher als Seeplätze fühlten, den Schiffsverkehr zu erhalten; zugleich um die Zuflüsse aufzunehmen und von den künftigen Poldern abzuhalten.

Demnächst soll auch in der Südostecke der Zuiderzee ein Poldergebiet geschaffen werden. Rechts von der Ijselmündung, an dem zwischen dieser und der Vechte belegenen Zwolleschen Diep (Tief) beginnend, wird die Einpolderung über die Inseln Schokland und Urk nach Lemmer geführt, wo ein kleiner Zufluß „Linde" abgefangen und vom künftigen Polder abgeleitet wird.

Endlich eine vierte Einpolderung soll jenseits der vorspringenden Halbinsel Hoorn—Enkhuizen—Medemblik zwischen dieser und der Insel Wieringen hergestellt werden.

Hätte man sich mit den vier Poldergruppen begnügen und den verbleibenden Rest der Zuiderzee nach dem Meere hin offen lassen wollen, so hätte man sämmtliche Polderranddeiche — etwa 275 km — der vollen Fluthwirkung gewachsen herstellen müssen. Es wird billiger ausfallen und ungleich größere Sicherheit gewähren,

---

*) Die Holländer bedürfen der m-Verdoppelung in „Damm" nicht; der Vokal, auf den ein Konsonant folgt, wird immer kurz oder geschärft gesprochen. Nur infolge von Flexionsänderung treten Konsonantenverdoppelungen auf; z. B. man — mannen.

wenn der verbleibende Rest der Zuiderzee durch einen Damm abgeschlossen wird.

Der Name Zuiderzee soll nun ganz verschwinden; was übrig bleibt, soll Ijselmeer heißen. Ein Meer im gewöhnlichen geographischen Sinne wird es nicht mehr sein; vielmehr ein „Haf", wie wir deren drei an unserer Ostseeküste haben; ja, es wird — früher oder später — gleich diesen zum Süßwasserbecken werden, was ökonomische Vortheile für die Anwohner im Gefolge haben wird; besonders für Friesland, das nicht selten im Sommer Süßwassermangel hat.

Dem Fernstehenden, der nur die Karte zu Rathe ziehen kann, drängt sich die Frage auf: Warum ist der östliche Polderdeich von der Insel Urk nicht auf den vorspringenden Punkt von Friesland bei Stavoren dirigirt worden? Wahrscheinlich sind hier die Wasser- und Bodenverhältnisse bestimmend gewesen. In der bezeichneten Richtung liegt laut Karte der Brouwenzand (Frauensand); im Uebrigen scheint die Wassertiefe zwischen Stavoren und Lemmer bedeutend zu sein; beides ist in entgegengesetzter Beziehung ungünstig für die Schaffung eines Polders.

Der Abschlußdamm konnte füglich nicht anders als von der friesischen Küste bei Piaam*) zwischen Makkum und Workum nach der Insel Wieringen hinüber projektirt werden; weiter hinaus, im Marsdiep und zwischen Texel und Vlieland, hat das Meer bis zu 40 m Tiefe. In der gewählten Linie beträgt dieselbe 4 bis 6, an einigen Stellen 7 m. Dazwischen liegt die Untiefe Breezand. Dort soll eine Insel hergestellt werden. Die Verbindung der Insel Wieringen mit dem Festlande knüpft an die Ewijkschleuse des Anna Paulownapolder an.

Am Ostende der Insel Wieringen wird eine mächtige Schleuse für Seeschiffe angelegt. Man kann mit deren Hülfe das künftige Ijselmeer dem Tidenwechsel ganz entziehen. Es ist groß genug, um unbedenklich während des Hochwassers alle Zuflüsse der bisherigen Zuiderzee aufzunehmen, die, sobald in der offenen See Niedrigwasser eingetreten ist, durch die Schleuse ihren Abfluß finden. Die Fluthwelle beträgt jetzt im Innern der Zuiderzee normal nur 0,2 bis 0,4 m; bei Helder (also künftig wahrscheinlich an der ganzen Absperrung, insbesondere an der Schleuse) 1,25 m.

*) Der Schreibung nach Piahm auszusprechen.

Die Kappe des Deiches soll 5 m über ordinärer Fluthhöhe, 2,5 m über der höchsten erfahrungsmäßigen Fluth, liegen. Seine Basis wird an den tiefsten Stellen 60 m betragen; seine Länge rund 30 km. Es wird eine Eisenbahn auf demselben angelegt werden.

Die Bauzeit für den Absperrungsdeich ist auf 8 Jahre veranschlagt; die Kosten zu 42 Mill. Gulden (71400000 Mark).

Der Gesammtflächenraum des binnenwärts des Absperrungsdeiches belegenen Theiles der Zuyderzee beträgt 360000 Hektaren.

Davon sind 51 pCt. schwerer Lehmboden (Klai), 19 pCt. leichter Lehmboden (mit Sand gemischt), 29 pCt. Sand, 1 pCt. Torfboden.

Die vier Hauptgruppen sind durch Binnendeiche in je zwei, bezw. drei Unterabtheilungen gesondert, also zusammen in elf Einzelpolder, die allmälig in 24 Jahren ausgeführt werden sollen (abgerechnet die ersten 8 Jahre, die für den Bau des Absperrungsdeiches veranschlagt sind). Eine schnellere Förderung des Unternehmens wäre technisch ja möglich, aber wahrscheinlich finanziell nicht vortheilhaft, denn wenn gleichzeitig gar zu viel Bodenfläche fertig gestellt würde, würde das Angebot die Nachfrage übersteigen und der Verkaufspreis gedrückt werden.

Es wird beabsichtigt, in folgender Reihe vorzugehen:

1. Zwischen Wieringen und Medemblik (jetzt Wieringer Meer genannt).

		Sommerpegel	
Abschnitt I.	3100 ha	. . .	+ 3,8
	6700 =	. . .	+ 4,7
= II.	9400 =	. . .	+ 5,6
	2300 =	. . .	+ 6,4
	21500 ha.		

2. Zwischen Ijselmündung und Muiden:

Abschnitt III.	40000 ha	. . .	+ 4,20
= IV.	36000 =	. . .	+ 4,90
= V.	2700 =	. . .	+ 5,8
	103000 ha		

Normal-Null des Deutschen Reiches: Amsterdamer Pegel: A. P. (Amst. Peil.).

3. Zwischen Monnikendam und Enkhuizen.

		Sommerpegel
Abschnitt VI.	7500 ha	+ 4,40
" VII.	22200 "	+ 5,20
	3500 "	+ 4,20
" VIII.	22500 "	+ 6,00
	56000 ha	

4. Zwischen Ijselmündung und Lemmer.

Abschnitt IX.	14000 ha	+ 4,15
" X.	16800 "	+ 4,95
" XI.	18800 "	+ 5,75
	700 "	+ 3,15
	50300 ha	
zusammen	230800 ha.	

Normal-Null des Deutschen Reiches: Amsterdamer Pegel: A. P. (Amst. Peil.).

Eben so wichtig wie die Eindeichung ist für den Polder das Netz von Sammel- und Abzugsgräben. Beide Elemente ergänzen einander. Der Deich hält das von außen andrängende offene Wasser ab, aber dieses Wasser ist nicht das einzige, das sich der Verwendung der Bodenfläche zum Anbau von Kulturpflanzen widersetzt. Die atmosphärischen Niederschläge, ferner das durch die Porosität des Bodens unter dem hydrostatischen Drucke des offenen Außenwassers unterirdisch zugeführte Druck- oder sogenannte Kuverwasser, endlich die nicht immer abzuwehrenden Zuflüsse aus dem höheren Hinterlande (die Geestwasser) werden von den Deichen nicht ab-, vielmehr im Gegentheil in hinderlicher Weise durch sie festgehalten, denn durch die Eindeichung ist der Polder künstlich zum Kessel gemacht worden.

In dieser Hinsicht kann man drei Klassen von Poldern unterscheiden. Am günstigsten gestellt sind diejenigen, bei denen das Außenwasser so oft und so lange tiefer steht, daß die der Bodenkultur zuträgliche Abführung der Binnenwasser ausschließlich durch natürliches Fließen erzielt werden kann. Bei Seepoldern (um die es sich hier allein handelt) muß das Gelände also höher liegen, als das tägliche zweimalige Niedrigwasser (die Ebbe). Am ungünstigsten gestellt sind diejenigen Polder, die tiefer liegen, als das niedrigste Außenwasser.

Bei solchen kann die Wasserabführung nur künstlich durch Schöpfmaschinen, Wasserhebewerke, erfolgen. Früher, wo man sich zu deren Betrieb des billigsten, aber launenhaften und unzuverlässigsten Motors, des Windes, bediente, mußte das Entwässerungssystem dieser Unzuverlässigkeit Rechnung tragen; es mußten Sammelbecken vorgesehen werden, in denen das Binnenwasser sich anhäufen konnte, bis der Wind sich einstellte und die Mühlen „mahlen" konnten. Seit Einführung der Dampfmaschine ist die Wasserbewältigung sicherer, aber auch theurer.

Zwischen dem günstigsten und dem ungünstigsten Zustande eines Polders liegt der mittlere, der da eintritt, wo zwischen hohem und niedrigem Außenwasser soviel Höhenunterschied besteht, daß es ökonomisch sich lohnt, in halber Deichhöhe Binnensammelbecken, sogenannte „Busen", anzulegen. In diesem Falle bedarf man allerdings der künstlichen Schöpfwerke, aber nur für die Zeit des hohen Außenwassers, und nur solche von geringerer Hubhöhe. Tritt dann draußen Niedrigwasser ein, so stoppen die Maschinen, und die Busen entleeren sich nach Oeffnung der Auslaßsiele von selbst.

Auf Anlagen der vorbezeichneten Art: Die Deiche, das Wasser- und Wegenetz, Busen, endlich auf werthlosen Sandboden rechnet das vorliegende Projekt so viel ab, daß von dem im Ganzen gewonnenen Areal von 230800 ha 190000 bis 200000 gut verkaufbares Land übrig bleiben dürften.

Der Staat soll freilich helfen. Er soll zunächst den Absperrdeich bauen (aus seiner Tasche) und dann die Verzinsung der von der Gesellschaft nach und nach, wie der Bau vorschreitet, auszugebenden Obligationen oder Schuldscheine leisten. Dafür soll er aber auch an dem Gewinn theilnehmen. Die Finanzirung des Unternehmens ist so geplant bezw. veranschlagt, daß diejenigen, die ihr Geld dazu hergeben, also einerseits der Staat, andererseits die Privaten, die die Obligationen der Gesellschaft erwerben, auf 5 pCt. Zinsgewinn kommen.

Daß der Sperrdamm allein auf 42000000 Gulden (71400000 Mark) veranschlagt ist, wurde bereits gesagt; das Uebrige soll noch 140000000 Gulden (251600000 Mark) erfordern; also zusammten 323000000 Mark — allerdings auf 32 Jahre vertheilt.

Möge die Abschließung und Trockenlegung der Zuiderzee nicht am Panamaschrecken scheitern!

Von diesem Schrecken und Skandal unterhalten uns seit Wochen tagtäglich morgens und abends die Zeitungen, und es liegt nahe, daß wir, angesichts einer Kulturarbeit, an die ein Kapital von mehr als 300 Millionen gewendet werden soll, an jenes größere Unternehmen denken, dessen Voranschlag mehr als das Dreifache dieser Summe betrug; dessen Kosten man zuletzt auf das Zehnfache schätzte, dessen Beginn jetzt bereits mehr als zwei Drittel das Voranschlages verschlungen hat, das man im Jahre 1889 zu vollenden oder wenigstens in betriebsfähigen Stand zu bringen gehofft hatte und das nun so schmählich verkracht ist!

Jeder Anschlag hat seinen Titel: „Insgemein" oder „Für unvorhergesehene Fälle"; daß aber dieser Titel — um es möglichst euphemistisch auszudrücken — zu „Reklamezwecken" einen so hohen Prozentsatz zu buchen gehabt hat, wie bei dem Panamakanal-Unternehmen, das steht bis jetzt einzig in der Baugeschichte.

Lesseps, der Jüngere, als thatsächlich oberster Leiter des Baues der mißbräuchlichen Verwendung, ja Verschleuderung der Baugelder beschuldigt, hat sich vor Gericht kurz, gut und deutlich vertheidigt: Wenn ein großes Anlagekapital durch kleine, aber deshalb nothwendig sehr zahlreiche Einschüsse zusammengebracht werden soll, so ist die Vermittelung großer Geldinstitute heutzutage unabweislich. Es nützt dem Geldsuchenden nichts, wenn er auch meinen sollte, des Maklers nicht zu bedürfen, mit den Tausenden kleiner Sparer direkt in Verbindung treten zu können — die Geldinstitute drängen sich dazwischen, sie wollen vermitteln, denn sie wollen profitiren.

Und die Geldinstitute bedürfen wieder der öffentlichen Meinung, und die öffentliche Meinung macht die Presse. Und schließlich bedarf das große Anleihegeschäft die Genehmigung der Regierung, und die Regierung braucht die Zustimmung der Volksvertreter.

Das Panamaunternehmen mußte um Freunde werben. Selbst wenn es deren nicht bedurft hätte — es durfte diejenigen nicht zurückweisen, die, wenn es sie nicht zu Freunden annahm, sich in Feinde zu verwandeln bereit gewesen wären. Die beispiellose Höhe der Beschwichtigungs- und Bestechungssummen ist allerdings erstaunlich, aber der Ausgabetitel an sich ist durchaus begreiflich; freilich nicht rühmlich.

Um so mehr begreiflich, als das geldbedürftige Unternehmen der Freunde und rücksichtslosen Fürsprecher — selbst solcher wider besseres Wissen — dringend bedurfte, und unbefangene ehrliche Kritik und aufrichtige Feinde gar sehr zu fürchten hatte.*)

So haben sie sich denn zusammengefunden, die vier Kategorien von Nothhelfern: Geldmänner, Tagesschriftsteller, Abgeordnete und Minister!

Die Einzelheiten dieses Schröpfsystems sind es, wie sie allmälig zu Tage kommen, womit die Zeitungen seit Wochen uns unterhalten — nur damit. Dessen ist Mancher wohl schon müde geworden und hat sich gesagt: Ich möchte lieber wissen, wie denn das Panamaunternehmen in jenen Zustand gerathen ist, der es so hülfsbedürftig gemacht hat, daß es trotz bedrängter Vermögenslage mit so gewaltigem Kostenaufwande um Freundschaft und Fürsprache hat werben müssen?

Lesseps, der Aeltere, Graf Ferdinand v. Lesseps, „der große Franzose", der Erbauer des Sueskanals, ist der Urheber der Kalamität. Nicht damit, daß er den Panamakanal geplant und auszuführen begonnen, sondern wie er ihn geplant hat. Dieser Plan war sehr schön, er war die beste Lösung der Aufgabe, aber er war zu kühn. Der Urheber hat dann zu lange und eigensinnig festgehalten an ihm, den er schließlich doch hat aufgeben müssen, nachdem auf dem eingeschlagenen Wege, der dann doch hat verlassen werden müssen, so ziemlich der ganze erste Baufonds aufgezehrt worden war.

Dieser unhaltbare ursprüngliche Plan bestand darin, daß die Landenge zwischen Colon auf der atlantischen und Panama auf der pacifischen Seite des Isthmus söhlig durchstochen werden sollte, ohne jegliche Abstufung, ja selbst ohne Endabschlüsse durch Schleusen; Lesseps wollte unter ungleich ungünstigeren Verhältnissen wiederholen, was er am Sueskanal mit glücklichem Erfolge gethan hatte. Er beging dabei den großen Fehler, den gewaltigen Unterschied in der Bodengestaltung der beiden Oertlichkeiten nicht genügend zu würdigen.

---

*) Der Leser erinnert sich wohl des vielgenannten wahrheitsgetreuen und ungünstigen Revisionsberichtes des Ingenieurs Rousseau, der im Ministerium umgearbeitet und stark gemildert worden ist. Das mußte honorirt werden.

Jeder Kanal, der zwei Wassersysteme verbinden soll, muß eine Wasserscheide passiren; die Gewässer würden eben nicht geschieden sein, wenn zwischen ihnen nicht höheres Land läge. Der Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal verbindet Spree und Havel, die nahe dabei ihre natürliche Vereinigung bewirken. Aber daß sie erst da zusammentreffen, wo es thatsächlich geschieht, beweist, daß von da ab aufwärts höheres Land sie scheidet. Wer dem Kanal nachgeht, erkennt das auch an den höheren Böschungen in der Jungfernheide. So schwache Erhebungen sind mit Leichtigkeit durchschnitten. Und dennoch hat man in einem so harmlosen Kunstgewässer, wie der Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal, eine Stufe angeordnet, weil man es nicht rathsam gefunden hat, Havel- und Spreewasser naturwidrig miteinander zu verbinden. Die Havel steht (hauptsächlich infolge eines Kunstbaues, der Spandauer Stauwerke) gewöhnlich höher als die Spree; bisweilen ist aber auch die Spree höher als die Havel. Ein offener Durchstich (nach dem Muster des Sueskanals) würde jedenfalls Strömung erzeugt haben — meist von der Havel zur Spree; bisweilen von der Spree zur Havel. Um dies zu verhüten, um der Schifffahrt auf dem Kanal stilles Wasser zu schaffen, ist die Schleuse (genauer: sind die zwei Schleusen) bei Plötzensee angelegt, deren Verschlüsse — je nach dem Wasserstandsunterschiede — abwechselnd gegen die Havel oder gegen die Spree Front machen.

Aber Berlin-Spandauer Schifffahrtskanal und Panamakanal — welcher Vergleich! Näher kommen wir Letzterem schon mit dem Nord-Ostseekanal, an dessen baldiger, glücklicher Vollendung nicht zu zweifeln ist. Auch dieser ist söhlig, d. h. er durchschneidet die Wasserscheide, die auf seinem Wege liegt, die zwischen Elbe und Eider. Dieselbe erhebt sich bis zu 24 m über den mittleren Stand der Ostsee; die oberen Ränder des tiefsten Einschnittes stehen etwa 150 m von einander entfernt.

Trotz seiner Söhligkeit und des ungestuften Wasserspiegels längs des ganzen Kanals sind aber doch zwei Endschleusen nothwendig befunden worden. An der Ausmündung in die Elbe ist der in der Nordsee auftretende Tidenwechsel der Grund; am Austritt in die Kieler Bucht giebt es zwar keinen Tidenwechsel, aber der Wind bewirkt, wenn auch unregelmäßig, ähnlichen Aufstau und Wasserstandsunterschied. Die beiden Endkammerschleusen können jede Art und jedes Maß von Wasserstandsunterschied aus-

gleichen; man kann bewirken, daß die ganze Kanalbehaltung ein langgestrecktes Wasserbecken stillstehenden Wassers bildet, in dem das Wasser keine andere Rolle spielt, als die Schienen der Eisenbahn spielen: Transporterleichterung schwerer Lastbehälter durch Reibungsverminderung.

Man kann aber auch jederzeit, wenn man es der Auffrischung wegen für nöthig hält, Strom erzeugen, denn nur selten, und dann nur auf ganz kurze Zeit, werden Ost- und Nordsee genau gleich hoch stehen.

Bei sehr vielen Kanalanlagen ist es den Erbauern aus technischen oder pekuniären Gründen unräthlich oder ganz unmöglich erschienen, die Wasserscheide zu durchschneiden und einen ganz offenen söhligen, bezw. nur mit Endverschlüssen versehenen oder endlich einen zwar abgestuften, aber nur einseitig getreppten Durchstich anzulegen. Dann bleibt nur der zweiseitig getreppte oder Scheitelkanal übrig, der in seinem Verlauf eine sogenannte Scheitelstrecke oder Scheitelhaltung besitzt, deren Wasserspiegel höher liegt als derjenige der Endhaltungen.

Bisweilen sieht man es dem Gelände gar nicht an, daß es die Erbauer zu diesem unbequemen, zeitraubenden und kostspieligen Auf und Ab des künstlichen Wasserweges genöthigt hat. Wer z. B. auf der Ostbahn zwischen Küstrin und Bromberg fährt, hat zur Linken durchweg einen deutlich markirten, gar nicht unbedeutenden Abhang, aus dessen zahlreichen Seitenthälern kleinere und größere Wasserläufe rinnen, die den Weg kreuzen und rechts in ein weites, ganz flaches Flußthal treten. Es ist zunächst das der Warthe, dann das der Netze. Zuletzt, etwa während der letzten 40 km, sieht der Reisende rechts von der Bahn über weite flache Torfwiesen hin. Durch diese zieht sich der Kanal, welcher Netze und Brahe, und damit Oder und Weichsel verbindet. Schwerlich wird der bloße Augenschein ihm verrathen, daß der Bromberger Kanal ein zweiseitig getreppter ist, dessen Scheitelstrecke bei 18,5 km Länge im Wasserspiegel etwa 5 m höher als die Netze und 27 m höher als die Brahe liegt. Da die ganze Länge 48½ km beträgt, so hätte sich doch eine höchst beträchtliche Bodenbewegung ergeben, wenn man die kaum merkliche, aber sehr breite Wasserscheide in Form des Hochmoors hätte durchschneiden wollen.

Viel augenfälliger ist die Schwierigkeit der Wasserscheidendurchbrechung, wenn ein ausgesprochener Gebirgszug zu kreuzen ist. Man sucht dann freilich eine möglichst tiefe Einsattelung auf, ja man versteht sich zu einer Durchtunnelung,*) aber den einseitig getreppten oder gar den föhligen Kanal wagt man nicht zu ertrotzen.

Lesseps hat es doch gewagt, den Panamakanal föhlig, ganz ohne Schleusen von Meer zu Meer zu planen, trotz der Cordillere, deren geringste Erhebung über den Wasserspiegel rund hundert Meter betrug, also mehr als das Vierfache der Elbe-Eider-Wasserscheide.

Zwischen den Punkten Colon und Panama bestand zur Zeit bereits eine Eisenbahn. Eine solche baut sich freilich sehr viel leichter als ein Kanal, namentlich ein solcher für Seeschiffe, aber es sucht doch auch der Eisenbahn-Ingnieur den bequemsten Uebergang über einen Bergrücken, und die Linie, die er gewählt hat, wird auch in den Augen des Kanalbaumeisters die beste Empfehlung für sich haben.

Die ganze Linie von Colon bis Panama mißt 75 km; 55 km vom atlantischen, 20 km vom pacifischen Ende erhebt sich — bei Culebra — die Isthmuskordillere in ihren Gipfeln bis 150 m, in der von der Eisenbahn gewählten Einsattelung um 101 m über den mittleren Meeresspiegel. Die gewöhnliche Bildung, daß von einer Einsattelung aus beiderseits Querthäler sich absenken, liegt auch hier vor. Die Kanallinie ist im Allgemeinen von Nordwest (Colon) nach Südost (Panama) gerichtet. Zum atlantischen Ozean fließt der Chagres. Er entspringt östlich von der Einsattelung von Culebra, durchfließt zunächst ein Längen- oder Paralleltthal im atlantischen Abhange der Cordillere und schwenkt dann in die an der Einsattelung entspringende Mulde ein.

Auf der pacifischen Seite fließt der Rio grande.

Da wo der Chagres aus dem Längen- in das Querthal abbiegt, liegt sein Wasserspiegel bei Hochwasser von Natur 58 m über dem Meeresspiegel. Für wasserarme Zeiten könnte man

*) Bei Binnenlandkanälen sind Tunnels nicht selten; vorgeschlagen ist ein solcher sogar auch für den Panamakanal. Aber ein Tunnel für Seesegelschiffe — das war doch zu phantastisch, um ernst genommen zu werden.

durch eine Thalsperre einen Stauweiher herstellen, in dem der Hochwasserüberschuß aufgespeichert würde. Man könnte also den Wasserspiegel der Scheitelhaltung ebenfalls auf 58 m annehmen, seine Sohle auf 49 m, da die größten Seeschiffe 9 m Wassertiefe in Anspruch nehmen. Das für das Durchschleusen erforderliche Speisewasser würde ohne allen Zweifel das ganze Jahr hindurch der Chagres liefern. Die Verhältnisse lagen demnach günstig für einen zweiseitig getreppten Kanal, denn die größte Schwierigkeit eines solchen, die Wasserversorgung der hochgelegenen Scheitelstrecke, war hier nicht vorhanden.

Das Panamakanalprojekt war bereits 1871 auf dem geographischen Kongreß in Antwerpen angeregt worden; gefördert wurde es 1875 in Paris durch die dortige geographische Gesellschaft.

Aber an nichts Anderes hatte irgend wer gedacht, als an einen Scheitelkanal der geschilderten Art mit Speisung aus dem Chagres.

Da trat „der große Franzose" mit seinem Sueslorbeer auf — kühner als alle seine Vorgänger. Er erklärte mit voller Bestimmtheit: „Der Panamakanal darf kein zweiseitig getreppter Schleusenkanal mit Süßwasserspeisung werden; mit Recht verabscheut der Seeschiffer, namentlich der Segelschiffer, für seine mächtigen Fahrzeuge die zeitraubende und gefährliche Fahrt durch Kammerschleusen; der Panamakanal muß eine offene Durchfahrt werden, eine künstlich hergestellte Meerenge, in die das Wasser offen im Niveau der beiden verbundenen Ozeane sich ausbreitet."

Der Isthmus bei Panama hat ungefähr die Form eines Ringstückes von einem Drittel Kreisumfang, die konvexe Seite nach Norden gerichtet; die konkave auf der Südseite ist die Bai von Panama. Die Sehne des Bogens mißt etwa 375 km. Der nach Norden konvexe Bogen des Isthmus liegt jedoch in der Tiefe der großen Bucht des karaibischen Meeres, die 900 km Breite bei 600 m Tiefe hat. Weiter draußen liegt die langgestreckte Insel Kuba als ein großer Wellenbrecher vor. Demzufolge macht sich bei Colon (wo überdies die Limonenbai einen guten Hafen abgiebt) Tidenwechsel ungefähr ebensowenig geltend, wie in der Ostsee — nur 30 bis 40 cm Wasserstandswechsel findet statt. Aus so geringem Höhenunterschiede war keine merkliche Strömung im Kanal zu befürchten; es konnte daher die Kanalmündung bei Colon unbedenklich schleusenlos projektirt werden.

Sehr günstig liegt auch der pacifische Ausgang, denn die natürliche Ufergestaltung erzeugt hier das, was man eine „beschlossene" Rhede nennt: stilles Wasser, in das der draußen etwa stattfindende Seegang nur sehr abgeschwächt sich fortpflanzt. Aber der Tidenwechsel des Stillen Ozeans macht sich bei Panama sehr fühlbar; der Unterschied zwischen höchstem und niedrigstem Wasserstande beträgt 3 m (mindestens; bei den sogenannten tauben oder den Nippfluthen im ersten und dritten Mondviertel) bis 6½ m (bei den Springfluthen und -Ebben des Neu- und Vollmondes). Es mußte im Interesse der Schiffsbewegung durchaus erwünscht erscheinen, im Kanale einen mittleren Wasserstand festzuhalten. Dies war nur möglich bei Anlage einer Kammerschleuse mit doppelten Thoren in jedem Haupte, je einem Fluththore mit Front seewärts, wenn draußen Fluth obwaltet, und einem Ebbethor mit Front kanalwärts für die Ebbe.

Wurde eine Seeschleuse bei Panama nicht angelegt, so war Folgendes zu gewärtigen: Sobald das Meer unter Mittelwasser zu sinken beginnt, entwickelt sich eine Strömung seewärts; erst langsam, dann beschleunigt. Die See hält vielleicht eine halbe Stunde den tiefsten Stand, das Wasser im Kanal kommt wahrscheinlich auf kurze Zeit zur Ruhe. Dann steigt das Wasser im Ozean, und nun beginnt der dem Ebbestrom entgegengesetzte Fluthstrom im Kanal. Es ist ausgerechnet worden, daß die Geschwindigkeit der Kanalströmung nicht über 2½ Seemeilen oder 4⅗ km in der Stunde betragen würde.

Die zu gewärtigenden Wechselströme waren für Dampfschiffe durchaus unbelästigend, für Segelschiffe aber doch nicht unbedenklich. Nur Lesseps protestirte; er hielt konsequent das Prinzip der völligen Schleusenlosigkeit fest. Es klingt plausibel, wenn er die Vorhaltung macht: Wäre an der Stelle des Kanals eine natürliche Meerenge — würden nicht alle Schiffer sie benützen und sich mit den Einflüssen der Flutherscheinungen abfinden lernen, statt die Südspitze von Südamerika zu umfahren? Sie werden, wenn sie durchaus nicht warten können, bis Wind und Strömung ihnen nicht zuwider sind, sich von Dampfern schleppen lassen.

Schließlich mußte Lesseps in diesem Punkte dem vereinten Widerspruche der Sachverständigen weichen; die Schleuse bei Panama wurde in das Projekt aufgenommen. Sie sollte sogar drei Kammern nebeneinander erhalten, denn da bei jedem Durch-

schleusen etwa 24000 cbm (etwa der vierte Theil des täglichen Wasserverbrauchs von Berlin) ein- oder auszulassen waren, um den Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser auszugleichen, das Schiff zu heben oder zu senken — so mußte auf jedes Schiff ein- bis zweistündiger Aufenthalt gerechnet werden.

Dieser Rückzug Lesseps' war übrigens nur ein taktisches Manöver, um das Unternehmen in Fluß zu bringen; er behielt sich die Wiederaufnahme der Offensive vor. In einem Bericht vom Juli 1887 konnte er seinen Sieg verkünden: „Die Seeschleuse bei Panama wird nicht gebaut."

Im Uebrigen wurde an den Grundgedanken zur Zeit noch festgehalten. Die Hauptpunkte waren: Söhliger Durchstich. Sohlenbreite des Kanalbettes 22 m, (nutzbare Spiegelbreite 30 m), Wassertiefe 9 m; Ausweichestelle von 5 km Länge in der Mitte des Kanals.

Der Leser soll nicht durch zu viele bautechnische Einzelheiten ermüdet werden, wenn es auch durchaus nicht schwierig wäre, sie allgemeinverständlich darzulegen; aber einen Begriff davon muß er doch erhalten, welche riesige Aufgabe an Erd- und Felslösung und Fortschaffung das Unternehmen mit dem Grundsatze des söhligen Durchstichs sich aufgebürdet hatte.

Da sind zunächst die beiden Flüsse, die Rios grande und Chagres. Ihre Thäler mußte der Kanal benutzen, denn der längs der Thalmulden-Mittellinien quer durch die Cordillere geführte Durchschnitt hat den kleinsten Inhalt; bedingt also nur ein Mindestmaß von Ausschachtung. Aber die Flüsse müssen bestehen bleiben; sie sind die Abfuhrwege aller atmosphärischen Niederschläge ihres Gebietes; sie haben zahlreiche seitliche Zuflüsse; endlich haben sie einen geschlängelten Lauf; viel schärfer gekrümmt, als für den Kanal zulässig ist. Aus allen diesen Gründen bleibt nichts Anderes übrig, als für die Flüsse je zwei neue Betten zu schaffen, die zu beiden Seiten des Kanals entlang laufen, von ihm durch Dämme von genügender Stärke abgesondert.

Diese Begleiter hätten fast die volle Länge des Kanals haben müssen, also zusammen die doppelte, denn von der Paßhöhe bei Culebra, nur 5 km entfernt, tritt bereits ein linksseitiger Zufluß des Chagres, der Rio Obispo, an die Kanallinie heran, und unmittelbar hinter Culebra der Rio grande.

Nun das Kanalbett selbst!

Hätte Amerika nicht sein Felsenrückgrat der Cordilleren, so — gäbe es keinen Isthmus von Darien, so wäre Columbus nicht im Wahne gestorben, er habe den kürzesten Seeweg nach Indien gefunden, so hätten sich die thörichten Namen „West-Indien" und „Indianer" nicht eingebürgert, so hätte — der große Franzose und sein Panamakanal nicht Fiasko gemacht.

Wäre der Isthmus vorhanden, aber so eben wie das Gelände, das der Landwehrkanal von Berlin durchzieht, so würde allein die Ausgrabung des Bettes für das einzulassende Wasser die Ausschachtung von rund 30 Millionen Kubikmetern erfordert haben.

Thatsächlich ist nun aber nur auf die ersten 10 km vom atlantischen und 5 km vom pacifischen Endpunkte das Land wenig über den mittleren Meeresspiegel erhöht; nicht auf 30 Millionen Kubikmeter, auf das Vierfache davon lautete der erste Anschlag (der bedeutend zu niedrig war). Damit könnte man ungefähr das ganze, von der Berliner Ringbahn umschlossene Gelände um 1 m aufhöhen!*)

Als man an die Ausführung ging, ergab sich sofort, daß Ort und Klima auch das Ausschachten des leichtesten Bodens zu einer schwierigen, wenig fördernden und daher kostspieligen Arbeit machten. In dem weltentlegenen, kulturlosen, dünn bevölkerten Lande (auf 15000 Quadratmeilen leben kaum so viel Menschen, wie im Königreich Sachsen auf 270!) war nichts zu finden, nicht einmal arbeitsgewohnte und -willige Arme, - geschweige denn Maschinen, und am wenigsten leitende Intelligenz. Alles mußte importirt werden.

Von den Arbeitern wie von den Beamten starben durchschnittlich jährlich 7 von 100; davon $^4/_5$ am Sumpffieber.

So lange am Fuße der Cordillere geschachtet wurde, war zwar die Fiebernoth am größten, aber doch die Arbeit mit Graben und Baggern am leichtesten, und man brachte etwas vor sich. Als man aber die Scheitelstrecke in Angriff nahm, machte man

*) Die Ringbahn kann als Ellipse angesehen werden, deren Achsen $15^1/_2$ bezw. 10 km betragen; deren Umfang demnach = reichlich 40 km und Inhalt = 126 qkm ist = 126 Mill. Quadratmeter. 126 Mill. Kubikmeter Fels und Boden am Panamakanal auszuschachten, würde noch nicht einmal gereicht haben.

eine betrübende Erfahrung; das Innere der Cordillere erwies sich als sehr tückisch. Nicht der eigentliche Fels, soweit er aus festem Thonschiefer, Marmor, Sandstein, Tuffstein bestand, aber der vielfach zerklüftete Fels, feuchter Sand, Schieferthon. Die Hauptnoth bei Herstellung von Einschnitten stellte sich ein, die Rutschungen.

Gewaltige Werke der Technik sind in diesem Jahrhundert ausgeführt worden; einen Bodeneinschnitt von 100 m Tiefe hat aber doch Keiner gewagt, außer Lesseps. Dieser hat es gewagt. Aber gewonnen hat er nicht.

Wann Lesseps sich bei sich selbst für besiegt erklärt haben mag, hat er vielleicht Niemandem eingestanden; sein Bericht für die Generalversammlung im Sommer 1887 verräth seine Niederlage noch nicht. „Den mit allen Streitmitteln der Börse gegen das Unternehmen ankämpfenden mächtigen Gegnern, welche darauf rechnen, die jetzige Gesellschaft zu stürzen, um auf ihren Trümmern den Bau des Kanals mit leichter Mühe zu beendigen, will die Oberleitung die Spitze bieten können."

602 Millionen Francs waren zur Zeit bereits verbraucht; mit weiteren 600 Millionen versprach Lesseps das Werk zu beenden. Davon nahm er für jetzt ein Drittel in Anspruch, d. h. die Gesellschaft sollte 200 Millionen bei dem vertrauensseligen Publikum der kleinen Sparer auf Borg zusammenkratzen. Der zitirte Satz von den „mit allen Streitmitteln der Börse" kämpfenden Gegnern ist ein interessanter Blick hinter den Vorhang, der jetzt aufgezogen ist!

Der in Rede stehende Bericht gedenkt auch der letzten Besichtigung der Arbeitsstätte seitens Lesseps' des Jüngeren, in Vertretung seines Vaters, Eines aus dem Verwaltungsrathe und eines Ingenieurs. Es wird gewissenhaft stationsweise berichtet: „Kilometer 0 bis 5,84: nahezu beendigt; Kilometer 5,84 bis 20,44: auf 12 km in richtiger Breite bei 5 bis 8 m Tiefe; Kilometer 20,44 bis 26,80: bot die Durchstechung eines 54 m hohen Bergvorsprunges ziemliche, jedoch jetzt gehobene Schwierigkeiten." Und so weiter. Bei Beginn der „Gebirgsstrecke" — Kilometer 43,89 bis 53,49 und Culebra, Kilometer 53,49 bis 56,89 — wird der Bericht äußerst redselig. Das heißt nur in Bezug auf Namen und Zahl des Arbeitsgeräthes: 33 Dampfkrahne, 15 Trockenbagger 45 Lokomotiven, 1767 Bahnwagen u. s. w., eine solche Zahlenfülle,

daß sicherlich die meisten Leser oder Hörer nicht mehr Besinnung genug behalten haben werden, um zu merken, daß von der erreichten Tiefe des Einschnittes, also von geleisteter Arbeit gar nicht die Rede ist!

Freilich! wer weiß, was aus den begehrten 200 Millionen geworden wäre, wenn an dieser Stelle der Bericht wahrheitsgemäß bekannt hätte: Es geht wirklich nicht mit dem söhligen Kanal; es muß schon ein Scheitelkanal werden, wie andere mehr!

Offen eingestanden und fest beschlossen ist diese ganz bedeutende Aenderung des ursprünglichen Planes allerdings erst nach Jahresfrist; die Nr. 32 des „Centralblattes der Bauverwaltung" vom 11. August 1888 machte uns hier zuerst mit dem neu angenommenen Kanalprofile bekannt.

Hiernach sollte der Kanal nach wie vor keine Endschleusen erhalten, aber in der Chagres- wie in der Rio Grande-Treppe je 5 Schleusen. Die Scheitelstrecke — von Kilometer 50,3 bis 55,4, also 5,1 km lang — sollte in der Sohle + 40,75, im Wasserspiegel + 49 (über dem mittleren Meeresspiegel) liegen. Die Fallhöhe, d. h. der Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser würde demnach für jede Schleuse fast 19 m betragen, und die Durchfahrt durch den Kanal würde jedes Schiff — auch das Dampfschiff — einen halben, vielleicht einen ganzen Tag kosten; die Zahl der täglich den Kanal passirenden Schiffe könnte günstigsten Falles 24 betragen; vielleicht aber auch nur 6 (wenn nur bei Tageslicht geschleust werden sollte).

Die technische Geschichte des Panamakanals ist hiermit für uns zu Ende. Mit allem Gelde, was sie den thörichten kleinen Kapitalisten abzulocken verstanden hat, ist die Gesellschaft, an deren Spitze Ferdinand von Lesseps stand, fertig geworden — mit dem Kanal nicht.

Von dem hier mitgetheilten Satze aus Lesseps' Bericht von 1887 ist vorläufig das „Stürzen der jetzigen Gesellschaft" zur Wahrheit geworden; ob die „Gegner" oder überhaupt Andere „auf ihren Trümmern den Bau des Kanals mit leichter Mühe" beendigen werden, ist vorläufig noch nicht abzusehen. Das wäre ja auch nichts Besonderes, nur ein neues Beispiel zu tausend vorhergegangenen verkrachten Gründungen, mit etwas größerem Verlustkonto als sonst für diejenigen, die nicht „alle" werden. Die Millionen sind ja auch nicht verloren, sie haben nur den Besitzer gewechselt.

Die Regierung des Staates Columbia, auf deren Gebiete der von der „allgemeinen“ (thatsächlich aber französischen) „Gesellschaft“ in Angriff genommene „interozeanische Kanal auf dem Isthmus“ gebaut wurde, hatte sich selbstredend ein Aufsichtsrecht und die polizeiliche Ueberwachung vorbehalten. Ihr Agent bei der Gesellschaft war zugleich Inspekteur der Panamaeisenbahn. Aus dessen dem columbianischen Finanzminister abgestatteten Jahresberichte für 1887 brachten seiner Zeit unsere Blätter einige Angaben. Bis Ende August des genannten Jahres waren rund 34 Millionen Kubikmeter ausgeschachtet, aber noch 127 Millionen waren zu bezwingen. Allerdings war dabei noch der söhlige Durchstich in Betracht gezogen; doch ergiebt sich aus dieser Angabe eines Unbetheiligten, daß statt des ursprünglich nur zu 120 Millionen veranschlagten Abtrages 161 Millionen erforderlich gewesen sein würden.*) Wie aus Lesseps' Bericht mitgetheilt ist, waren um jene Zeit (Mitte 1887) 602 Millionen Francs verausgabt und dafür also 34 Millionen Kubikmeter Boden translozirt; der Kubikmeter war demnach auf 14 Mark zu stehen gekommen. Für den Gebirgsdurchschnitt hätte dieser stattliche Einheitssatz aber bei Weitem nicht gereicht. Der columbianische Berichterstatter schreibt in der That die kaum glaubliche Ziffer nieder: um das Werk zu vollenden, seien noch drei Milliarden Francs erforderlich! Bei alledem glaubt er, der Kanal werde fertig werden, wenn auch nicht schon 1890, wie Lesseps verheißen habe, denn für seine Vollendung sei „Frankreichs Ehre verpfändet“.

Diese klangvolle Phrase des columbischen Agenten dürfte nicht sowohl ein Symptom seiner Franzosenfreundlichkeit als eine Art moralischen Drucks auf das französische Ehrgefühl oder die französische Eitelkeit und zugleich ein Stoßseufzer patriotischer Beklemmung gewesen sein, denn kommt der Panamakanal gar nicht oder auch nur nicht bald zu Stande, so wird das französische Kapital vom nordamerikanischen geschlagen, und nicht Columbia, sondern der Nachbarstaat Nicaragua erhält den nächsten Seeweg

*) Der Mehrbedarf um ein Drittel des Veranschlagten erklärt sich sehr leicht aus der ungünstigen Natur der Bodenbeschaffenheit, die zu flacheren Böschungen zwang, als man ursprünglich angenommen hatte. Man hätte nur nicht leichtfertig bei der ursprün lichen Annahme sein sollen.

von Europa nach China, Japan, den Inseln des Großen Ozeans und Australien!

Es handelt sich um den Weg, den Columbus gesucht hat. Vergeblich ist dieser bei seiner letzten Anwesenheit (1502) in der tiefsten Einbuchtung des Karaibischen Meeres die Küste entlang gefahren und hat den Durchgang gesucht, der ihn aus der Region der vorliegenden Inselwelt (wofür er die neu entdeckten Länder hielt) in das nahe geglaubte eigentliche Asien führen sollte. Zu seinem Glücke! Denn wäre die gesuchte Durchfahrt vorhanden gewesen, und wäre er — tollkühn wie er seine erste Entdeckungsfahrt gen Westen angetreten hatte — wieder gen Westen in den Großen Ozean hinausgefahren — er wäre sicherlich nicht wiedergekehrt, denn doppelt so weit als seine Westfahrt von Spanien ihn geführt hatte, liegt Asien westlich von Amerika.

Mindestens dieselbe Bedeutung wie auf dem östlichen Zweige des Seeweges um die Welt der Sueskanal hat für den westlichen Zweig eine schiffbare Verbindung durch den amerikanischen Isthmus vom Atlantischen zum Stillen Ozean.

Den Gedanken, den natürlichen Damm zu durchbrechen, der Nord- und Südamerika verbindet, hegten schon Köpfe des 16. Jahrhunderts seit Nuñez de Balboa, am 15. September 1513, als der erste Europäer vom Kamm der Isthmuscordillere aus den Stillen Ozean erblickt hatte und nun mehr und mehr deutlich der große Irrthum des Columbus erkannt wurde; aber die dürftige Technik jener Zeit konnte unmöglich jenen Gedanken ernsthaft nehmen. Nicht das 16., erst unser 19. Jahrhundert hat das gethan. Ein englischer Ingenieur, Lloyd, beschäftigte sich 1829 mit der Frage; später gingen französische und amerikanische Kommissionen darauf ein. Das gründlichste Studium des Landes von der Campechebai (Tehuantepek in Mejico) bis zur Bucht von Darien (Panama) wurde zwischen 1872 und 1875 durch einen besonderen Ausschuß auf Kosten der Vereinigten Staaten unternommen.

Bei diesem Studium hätten billigerweise nur nautische und technische Gründe bestimmend sein sollen, aber es traten auch politische Erwägungen hinzu. Die politischen Gebilde im mittleren Amerika, Trümmer der ehemaligen spanischen Eroberung, sind bis heute noch nicht zu festem Bestande und Gedeihen gelangt. Einen Kanal zu bauen, den man schon damals auf eine Milliarde taxirte,

hatte dort zu Lande Niemand Geld genug; nur eine Aktiengesellschaft konnte eine solche Bausumme aufbringen. Der Eigenthümer des Kanals, als der wichtigsten Welthandelsstraße der Zukunft, mußte zur politischen Macht werden. Es begreift sich, daß die Vereinigten Staaten keinem Fremden diese Macht gönnten. Das Ende aller Erörterungen führte zu zwei Konkurrenzlinien: der Linie Colon—Panama und der Linie San Juan—Brito; Erstere in Columbia, Letztere in Nicaragua gelegen; beide etwa 75 geographische Meilen oder 575 km von einander entfernt.

Bereits seit 1866 und seitdem wiederholt hat die Regierung der Vereinigten Staaten mit Nicaragua und Columbien verhandelt, immer wieder durch die landesüblichen politischen Wirren unterbrochen. Die erwähnte Prüfungskommission schloß 1876 ihre dreijährigen Studien mit Empfehlung der Nicaragualinie. Es sind wohl die politischen Erwägungen gewesen, die den Ausschlag gegeben haben, denn Nicaragua, wie Mittelamerika überhaupt, gravitirt nach dem Norden, von dem es früher oder später aufgesogen werden wird, während die „Vereinigten Staaten von Columbia" zu Südamerika gehören.

Die Nicaragualinie ist aber auch technisch wohlgeeignet. Allerdings hat auf dieser Linie Niemand an einen föhligen Durchstich gedacht; auch Lesseps würde das hier nicht haben. Hier war unbedingt ein zweiseitig getreppter Kanal vorgezeichnet; unweigerlich dadurch, daß seine Scheitelhaltung (und zugleich seine Speisung) von Natur gegeben ist durch den hochgelegenen See von Nicaragua. Dessen Emissär (Ausfluß) ist der Rio di San Juan, der nach der östlichen, atlantischen Seite abwässert. Dieser Fluß war nur zu kanalisiren, d. h. es war derselbe durch Kammerschleusen in eine Anzahl Stufen zu zerlegen, in deren jeder man — eben durch den Stau, den die Schleusen bewirken — jede beliebige Wassertiefe erzeugen konnte; den Wasserverlust, den das Durchschleusen der Schiffe verursacht, deckte mit Sicherheit der von den atmosphärischen Niederschlägen mehr als ausreichend gespeiste See. Die westliche oder pacifische Kanaltreppe herzustellen, war durchaus keine Aufgabe, vor der die heutige Ingenieur- und Wasserbaukunst sich zu fürchten gehabt hätte.

Um dieselbe Zeit, als in Amerika für die Nicaragualinie entschieden wurde, trat Lesseps (1875) in Paris für das Prinzip des föhligen, schleusenlosen Kanals ein.

Alsbald bildete die Pariser Geographische Gesellschaft einen Ausschuß, der unter Lesseps' Vorsitz dessen Gedanken weiter verfolgen sollte. Auch bildete sich eine „Société civile du canal interocéanique", um die Vorarbeiten in die Wege zu leiten. Zunächst erwarb die Gesellschaft von der columbischen Regierung eine bezügliche Konzession und hatte damit einen großen Vorsprung vor den Nordamerikanern gewonnen.

Ein Mitglied dieser Gesellschaft, der französische Marinelieutenant Wyse, hat in Verbindung mit dem Ingenieur Reclus an Ort und Stelle Aufnahmen und Studien gemacht. Unter mehreren Entwürfen, mit und ohne Schleusen, die von den Genannten angefertigt wurden, befand sich derjenige, der schließlich der Ausführung zu Grunde gelegt worden ist.

Lesseps' Antheil und Verdienst (oder Schuld!) ist nur die Grundidee: Söhlig; ohne Schleusen: eine künstliche Meerenge.

So aufgefaßt bestand ein gewaltiger Unterschied zwischen der Panama- und der Nicaragua-Idee. Die Nicaragualinie, ein Scheitelkanal nach altem Muster, nebenbei dreimal so lang — fiel gänzlich ab gegen die geniale Konzeption der Panamalinie.

Die patriotische Beklemmung ist uns nun wohl verständlich, die den columbischen Agenten veranlaßt hat, Frankreich zu beschwören, es möge doch ja den Panamakanal fertig bauen; seine Ehre sei dafür verpfändet.

Wird sich Frankreich jetzt noch dazu verstehen?

Wenn der Panamakanal auch nichts weiter ist, als ein Scheitelkanal nach altem Muster, noch dazu mit einer Scheitelhaltung, die noch immer einen Gebirgseinschnitt bis zu 60 m Tiefe bedingt, weil in höherer Lage auf natürlichem Wege kein Speisewasser zu beschaffen wäre, dann gewinnt der Nicaraguakanal doch ganz bedenklich an Aussicht auf Erfolg.

Dem Lesseps-Panamakanal wird also doch vielleicht das Loos zu Theil, eine Ruine zu sein, bevor er ein fertiges Bauwerk gewesen ist. Späten Geschlechtern, denen in der Zeiten Ferne die Jahrhunderte dichter zusammenrücken, verschmelzen seine Spuren dann vielleicht mit jenen von unserer Zeit entdeckten, bewunderten und räthselhaft befundenen Zeugnissen, die uns Kunde geben von den Azteken und Mayas und einer eigenartigen, gänzlich verschollenen Kultur, die lange vor Columbus in jenen Theilen von Amerika bestanden hat.

Die Gelehrten dieser späten Geschlechter werden klüger sein als die unserigen; die Schriften von heute werden ihnen nicht so unverständlich sein, wie uns die der Mayas. Bei Gelegenheit irgend eines abermaligen Centenariums der Entdeckung Amerikas werden die Zeitungen wieder von Columbus sprechen; aber auch vom Grafen Ferdinand von Lesseps: „Er hat den Sueskanal gebaut und ist berühmt geworden, er unternahm den Panamakanal und wurde berüchtigt; die Gewässer der Ozeane hat er nicht in Fluß gebracht, aber recht viel Geld (nach damaligem Maßstabe). Viele kleine und dumme Franzosen haben das Ihrige verloren und einige kluge große haben es gewonnen. In Frankreich war damals ein Schlagwort aufgekommen: Fin du siècle. Dann kam ein anderes Neuwort auf: panamateux; beides bedeutete so ziemlich dasselbe. Es gab aber im alten Europa doch auch noch Ehrlichkeit und ehrliche Arbeit. Zum Beispiel bei den fleißigen, nüchternen Holländern. Zur selben Zeit, da das Panamaunternehmen in Trümmer ging, erstand in den Niederlanden ein anderes, das in bisher unerreichtem Umfange unternahm, die vorletzte Scene des zweiten Theiles von Goethes Faust zu realisiren:

Wie das Geklirr der Spaten mich ergötzt!
Die Erde, mit sich selbst versöhnt,
Den Wellen ihre Grenze setzt,
Das Meer mit engem Band umzieht.
— — — — — — — — — — — —
Solch ein Gewimmel möcht' ich sehn,
Auf freiem Grund mit freiem Volke steh'n."

So schreibt vielleicht eine Zeitung vom Jahre 2000.

Literatur.

3.

Estudio sobre la Guerra Franco-Germana de 1870 por el general de División Don José Almirante. Madrid 1891.

Die Aufmerksamkeit des deutschen Offizierkorps und der Freunde unserer vaterländischen Geschichte darf ein spanisches Werk beanspruchen, welches, die Frucht einer durch Jahre fortgesetzten Forschung, der spanische Divisionsgeneral Don José Almirante kürzlich hat erscheinen lassen. Aber nicht nur seines geschichtlichen Werthes wegen verdient das Werk unsere Anerkennung; auch unsere Sympathie verdient es wegen der durchaus freundlichen, ritterlichen Gesinnung, die die Darstellung durchzieht und den Standpunkt des Verfassers bezeichnet. Selbst die Eigenart, welche das Werk überraschend von anderen Werken unterscheidet und sich aus seiner Absicht ergiebt, ein dem Gegenstande fernstehendes Publikum zu belehren, macht es uns zu einer äußerst interessanten Erscheinung.

Durchdrungen von der weltgeschichtlichen Bedeutung des deutsch-französischen Krieges ebenso wie von seiner militärischen Wichtigkeit, betrachtet der Verfasser denselben zunächst als das Ergebniß der geschichtlichen Entwickelung beider Völker, derart, daß er ihre Geschichte bis auf Karl den Großen zurückverfolgt oder vielmehr ihre Geschicke von daher im Zusammenhang berichtet. Es ist nicht zu leugnen, daß vollends in solch einem Ueberblick der letztdurchfochtene Krieg in seiner Bedeutung die vorangegangenen Ereignisse hoch überragt, sich als die unabwendbare Krisis der französischen Suprematieansprüche über das erstarkte deutsche Volksbewußtsein herausstellt. Mit einer Ruhe und Sachlichkeit, die wohlthuend anmuthet und vornehm sich gegen die von den Franzosen gemeinhin geübte wortreiche Diktion abhebt, berichtet

und erläutert der Verfasser die Perioden in der Geschichte beider Völker. Im dritten Hauptabschnitt geht er sodann auf die Darstellung des Kriegsverlaufs selber über, für den er durch die einleitenden Abschnitte ein gespanntes Interesse zu erwecken und tieferes Verständniß vorzubereiten verstanden hat. — Auch hier ist die Darstellung knapp und klar, so sehr darauf bedacht, die Hauptereignisse zu betonen, die Hauptumrisse und -Zusammenhänge scharf zu zeichnen, daß eine große und gute Uebersichtskarte zum Verständniß genügt und Einzelpläne entbehrlich werden.

Das militärische Publikum wird einen wesentlichen Werth auf die Mittheilungen des letzten Abschnitts legen, in welchem die Erfahrungen und Förderungen, die den einzelnen militärischen Wissenschaften und Einrichtungen aus dem Kriege erwachsen sind, in systematischer Reihe betrachtet werden. Die Mobilisirung, Strategie und Taktik, die Verbindungen, die Gesundheits- und Krankenpflege, die Heeresverwaltung — werden nach Maßgabe der Ereignisse und Beobachtungen durchaus zweckmäßig und wahrheitsgetreu, und um deswillen höchst anerkennend für die Deutschen gewürdigt; ebenso wird sodann jede der einzelnen Waffen charakterisirt. Ein reichhaltiges Quellenverzeichniß schließt das Werk. Es ist, wie diese kurze Uebersicht zeigt, durchaus einheitlichen Geistes und schon darum ein höchst rühmliches Zeugniß für die gründlichen Forschungen, die Ausdauer und die Fachbeherrschung des Verfassers. Vor Allem aber haben wir demselben zu danken, daß er seinen Landsleuten, daß er vor Allem dem tapferen und pflichtgetreuen spanischen Heere ein so treues und gehaltvolles Bild dieser großen Ereignisse hat zeichnen wollen und diese schöne Aufgabe in so vollkommener Weise gelöst hat.

T. T.

4.

Von und über Moltke.

I. Gesammelte Schriften und Denkwürdigkeiten. 7 Bände. Berlin 1891 und 1892. Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Geheftet M. 40,—, in Halblederband M. 51,—.

Die von der Familie des Feldmarschalls veranstaltete Sammlung, deren Veröffentlichung im August 1891 mit dem dritten

Bande begonnen hat, ist noch vor Ablauf des Jahres 1892 mit dem siebenten Bande zum Abschluß gelangt. Graf Wilhelm Moltke, der älteste Neffe des Verstorbenen, sein Majoratserbe in Creisau und nunmehriges Haupt der Familie, hat dem erstererschienenen (dritten) Bande eine Vorrede zum ganzen Werke vorausgeschickt, die dessen Zweck und Ziel klarlegt. Ein erschöpfendes Charakterbild nicht nur eines der merkwürdigsten, größten und erfolgreichsten Kriegsmänner und Förderer der Kriegskunst sollte dem deutschen Volke vorgeführt werden, sondern das Bild eines ganz ungewöhnlichen, tief angelegten, reich ausgebildeten, klugen und guten Menschen.

Die Fertigstellung der Sammlung im Beginn des Winters und die Art der Veröffentlichung — neben broschirten auch sehr schön gebundene Exemplare — wird wohl Anlaß gegeben haben, manchen deutschen Weihnachtstisch mit dieser vortrefflichen Gabe zu schmücken. Freilich nur in den Kreisen der günstiger situirten Minderheit, in Familien, in denen sich Sinn, Platz und Geld für eine Bibliothek vorfindet. Der Gesammtpreis für gebundene Exemplare beträgt — wenig im Vergleich zu dem, was geboten und der Ausstattung, in der es geboten ist — aber immerhin 51 Mark. Dem Offizier, der überall Dienstbibliotheken vorfindet, die ihm bequem zugänglich sind, wird es gleichwohl nicht schwer fallen, mit den Schätzen dieser literarischen Hinterlassenschaft sich vertraut zu machen. Sie können ihm manchen Winterabend in unterhaltender und fruchtbringender Weise verkürzen.

Wenn auch für den Inhalt der Sammlung in erster Linie Moltke selbst gesorgt hat, so ist doch die Form, in der die unter sich sehr verschiedenartigen Bestandtheile dargebracht worden sind, von großer Bedeutung, und dafür verdient die Redaktion Lob und Anerkennung. Hier haben Herz und Verstand zusammengewirkt, um das Gegebene so zu gruppiren, es einzuleiten, zu vermitteln mit Hinweisen auf Zusammengehöriges zu beleuchten und durch Anmerkungen zu ergänzen, daß der Lesende immer klarer sieht und immer mehr gefesselt wird, je weiter er vorschreitet.

Nehmen wir z. B. die Briefe bezw. Brieffragmente. Es sind ihrer 328. Sie sind im Text nach Briefempfängern geordnet; aber es ist am Schlusse (des fünften Bandes) ein chronologisches Verzeichniß beigefügt. Die brieflichen Mittheilungen beginnen mit

einem an die Mutter gerichteten vom Jahre 1823 und reichen bis 1891.

Das Gesagte bezieht sich nur auf den im vierten und fünften Bande enthaltenen Briefwechsel. Die größte Zahl lieferten an die eigenen Familienglieder gerichtete Briefe, die sich daher im Besitze der direkten Angehörigen befanden; 87 Seiten des fünften Bandes füllen dann noch Briefe an Gönner, Freunde und Verehrer, von denen entweder Konzepte vorhanden waren, oder die von den Empfängern für den Zweck der Sammlung beigesteuert worden sind.

Hierzu tritt nun — zwar in den Rahmen des ganzen Unternehmens eingepaßt, aber als ganz selbständiges Glied — der sechste Band, der umfangreichste von allen (auch der theuerste: M. 8,40 bezw. M. 10) unter dem Sondertitel: „Briefe des General-Feldmarschalls Grafen Helmuth v. Moltke an seine Braut und Frau."

Die Ankündigung dieser Separatsammlung seitens der bekannten illustrirten Wochenschrift „Ueber Land und Meer" und das thatsächliche Erscheinen in kleinen Portionen in einer Reihe von Nummern des genannten Allerweltblattes hat wohl auf manchen Verehrer Moltkes keinen ganz wohlthuenden Eindruck gemacht.

Die Sache ist nun aufs Geschickteste ausgeglichen. Jeder Band hat einen Doppeltitel; links der Haupttitel: Gesammelte Schriften und Denkwürdigkeiten 2c.; rechts der Sondertitel für den Band; am Fußende beider der Verlagsvermerk: E. S. Mittler & Sohn. Beim sechsten Bande steht nur an dieser Stelle: Deutsche Verlagsanstalt. Jeder Band hat ein Vorwort. Nicht alle sind unterzeichnet; wo es geschehen, ist es der Name des um die Redaktion vorzugsweise verdienten Oberstlieutenants v. Leszczynski; das kurze Vorwort des sechsten Bandes dagegen ist J. K. unterzeichnet; ohne Zweifel die Chiffre des bekannten Gelehrten und Literaten Kürschner, dem „Ueber Land und Meer" die Erwerbung des Briefwechsels verdankt. Das Vorwort deutet die bezüglichen Vorgänge kurz an: „. . . . Der Bruder Mariens, Major John Henry Burt, der Moltke auch dienstlich viele Jahre nahe stand und mit ihm herzlich verbunden blieb, ist Eigenthümer des Briefschatzes, dessen Sichtung und Herausgabe er im Sinne des Feldmarschalls besorgte. Eine Auswahl der Briefsammlung

erschien zuerst auf Veranlassung des Schreibers dieser Zeilen in „Ueber Land und Meer".

„Auswahl" ist gewissermaßen ein Euphemismus; „Bruchtheil" wäre treffender gewesen. Jedenfalls ist die neue Erscheinungsform nicht nur ein Ganzes, sondern auch des Inhalts und der Nächstbetheiligten würdiger. Das Inhaltsverzeichniß verdient besonderen Dank, da es nicht nur die Zeitfolge der Briefe, sondern auch ihren mannigfaltigen Inhalt in kurzen Stichworten wiedergiebt, die dann als Ueberschrift auf der ersten Seite der Blätter wiederholt sind, während deren zweite Seite (also bei jedem Aufschlagen links oben) mit der allgemeineren Angabe „Briefe an die Braut" bezw. „Briefe an die Frau" überschrieben sind.

Die siebenbändige Sammlung wird ohne Zweifel viel mehr Leser als Besitzer haben. Die Bände sind übrigens auch einzeln käuflich, und kaum einer eignet sich so sehr zum Einzelkauf, wie der sechste, weil er etwas so durchaus Eigenartiges, gemüthlich Ansprechendes bietet. Namentlich wird unseren Frauen dieser Band wie kein anderer gefallen. Leider fehlt dann die historische Grundlage, die Entstehungsgeschichte dieses durch Altersunterschied des Paares für den oberflächlichen Blick zunächst etwas auffälligen Bündnisses, das dann doch durch 26 Jahre in unverminderter Wärme bestanden, ja sich mehr und mehr vertieft hat. Das Vorwort giebt nur die nothdürftigsten Daten: Daß Marie v. Moltke am 5. April 1826 geboren war und im Jahre 1834 in Moltkes (9 Jahre jüngerer) Schwester Auguste eine Stiefmutter erhalten hat, die ihr die drei Jahre zuvor gestorbene, also von dem fünfjährigen Kinde kaum gekannte und gewiß nicht gewürdigte oder auch nur vermißte rechte Mutter vollkommen ersetzt hat. Im Jahre 1841 kam Moltke aus der Türkei zurück. Am 20. April 1842 schloß er (in Itzehoe) den Ehebund mit der erst 14 Tage zuvor 16 Jahre alt Gewordenen.

Henry Burt (der zur Zeit Aelteste der Familie und als solcher Besitzer der Moltkeschen Briefe geworden) war das zweite Kind (eine Tochter, Erneſtine, war ihm vorangegangen) von Moltkes Schwester. Diese hat das wahrhaft mütterliche Verhältniß zu ihrer Stieftochter (die ja auch nur 15 Jahre jünger war als sie) durch alle Folgezeit gewahrt und zuletzt bei der Pflege der schwer Erkrankten mit vollster Hingebung bewiesen. Auguste war 1856 Wittwe geworden. 1864 vereinigte sie sich mit ihrem Bruder

Fritz, als dieser seine Gattin verloren hatte. Nach dem Tode von Marie v. Moltke*) siedelte sie (von Lübeck) mit ihrem Bruder Fritz zu dem ältesten Bruder über, dessen Hausstand in Berlin und Creisau sie bis zu ihrem 1883 erfolgten Tode vorgestanden hat. Moltke ließ sie in Creisau in dem für seine Gattin und ihn erbauten Mausoleum beisetzen.

Der erste Brief der Sammlung ist ohne Zweifel der erste überhaupt, den Moltke an seine junge Braut gerichtet hat. Es ist nicht unbezeichnend, daß er ohne Orts- und Tagesangabe ist. Ersichtlich ist er auf der Rückfahrt vom Verlobungsbesuche nach Berlin geschrieben. „Mein, süßes, liebes Mariechen!" beginnt er, ist nur 13 Zeilen lang und schließt mit „herzensliebes, my only dear Mary". Es muß etwa der 24. oder 25. Mai 1841 gewesen sein. Da war sie sieben Wochen über fünfzehn Jahre! Wer sich hineingelesen hat in den sechsten Band, der wird wohl gleich erinnert an das, was Moltke am 17. April 1869 an seine Schwägerin Jeanette v. Brockdorff (älter als Marie, ein Jahr nach ihr verheirathet) geschrieben hat: „Vielen herzlichen Dank für das kleine Bild. Es erinnert mich lebhaft daran, wo ich Marie zum ersten Mal in eurer damaligen Wohnung in Friedrichsberg sah. Sie kam aus der Schule in den Saal hineingesprungen und schüttelte die Locken um ihren Kopf. Jetzt liegt sie friedlich in ihrer kleinen Kirche in Creisau und hat das wechselvolle Leben hinter sich . . .".

Von dem ersten undatirten Brautbriefe bis zum letzten vom 2. April 1842, d. h. in wenig mehr als zehn Monaten, hat Moltke doch so viel zu schreiben gewußt, daß 70 Seiten damit gefüllt sind. Und nicht etwa bloß Liebesversicherungen. Werthvolle Schilderungen! Z. B. über Antigone und die Wiedererweckung der Sophokleischen Tragödie durch Friedrich Wilhelm IV.; über Paganini; auch weise Rathschläge über das Thema: „Zwar trittst Du sehr jung in einen ganz neuen Kreis . . ."

Die Briefe an die Frau waren durch die zahlreichen, durch den Dienst bedingten Trennungen des Ehepaares veranlaßt. Sie enthalten die mannigfaltigsten, höchst interessanten Berichte über Ereignisse, Personen und Landschaften, Hoffestlichkeiten und Kriegsbegebenheiten. Der letzte Brief, auf der Generalstabsreise im

*) Am 24. Dezember 1868, nachmittags 3 Uhr.

August 1868 geschrieben, bringt uns bis Seite 468 des sechsten Bandes.

Sehr dankenswerth ist der darauf folgende „Anhang", welcher Briefe Moltkes und auch einige seiner Schwester Auguste enthält, die zunächst über die Krankheit und den Tod von Marie v. Moltke handeln und die wärmste Theilnahme des Lesers hervorrufen müssen.

Hierbei fällt eine Kleinigkeit auf, die vielleicht weniger Orientirte verwirren könnte. Seite 476 bringt einen kurzen Brief mit der Ueberschrift: „Von seiner Schwester Auguste an seinen Bruder Fritz; Berlin, ohne Datum." Es wird darin kurz von der Krankheit der Stieftochter und Schwägerin berichtet; es scheint sich zum Besseren zu neigen.

Der folgende Brief (S. 477) hat die Ueberschrift: „Brief der Frau v. Burt an ihre Schwägerin Auguste v. Moltke; Berlin, 7. Januar 1869." Berichtet über das Hinscheiden von Marie v. M. Aber diese „Frau v. Burt" ist ja eben „seine Schwester Auguste"! Man ist genöthigt zu glauben, Herr Kürschner habe das seinerseits nicht gemerkt, denn er (der ja doch wohl den Titel zum Anhange gewählt hat) sagt dort: „. . . . und Briefe seiner Schwester Auguste und der Frau v. Burt." Die Verwirrung wird dadurch noch gesteigert, daß der nun folgende Brief (S. 479) überschrieben ist: „Brief Moltkes an seine Schwester Auguste." Also der erste Brief von der Schwester; der dritte Brief an die Schwester und dazwischen der zweite von „Frau v. Burt"! Die Adressatin des zweiten hat die (wirkliche oder scheinbare) Konfusion dadurch hervorgerufen, daß sie auch „Auguste v. Moltke" heißt; gerade so wie „Frau v. Burt" als Mädchen geheißen hat. Die jetzige „Auguste v. Moltke" war die Frau des ältesten Bruders Moltkes, Adolf v. Moltke, die Mutter des nunmehrigen Grafen Wilhelm v. Moltke, des derzeitigen Inhabers des vom Feldmarschall gestifteten Fideikommisses Creisau, sowie dessen letzten persönlichen Adjutanten.

Der Sohn der Frau v. Burt, also der Schwester Auguste, Henry, wurde, wie seine Mutter in dem eben erwähnten Briefe an die Schwägerin mittheilte, „am Tage der Beerdigung vom Könige zu Helmuths Adjutanten ernannt, eine unbeschreiblich zarte Aufmerksamkeit des Königs".

Wir haben noch des siebenten Bandes zu gedenken. Sein Sondertitel lautet: „Reden". Es sind nur parlamentarische. Die 1879 (bei E. S. Mittler & Sohn) erschienene, vom Feldmarschall selbst durchgesehene und gebilligte Sammlung ist ergänzt durch die nachmals gehaltenen. Am 24. Februar 1867 trat der erste Reichstag des Norddeutschen Bundes in Thätigkeit. Ihm gehörte Moltke bereits an und schied nicht mehr aus dieser parlamentarischen Thätigkeit; ja er war einer der allergewissenhaftesten Beiwohner und Förderer aller Verhandlungen. Seit 1872 gehörte er auch dem preußischen Herrenhause an. Einer Sitzung desselben hat er noch an seinem letzten Lebenstage beigewohnt.

Im März 1868 trat das Zollparlament zusammen.

Für dieses hat Moltke eine Rede — ausgearbeitet, aber nicht gehalten, von der man nur wünschen kann, sie möge heut gelesen und — beherzigt werden.

Ganz wahr ist es ja glücklicherweise heut nicht mehr, was Moltke damals niedergeschrieben hat: „Was auch über deutsche Einheit geredet und gedruckt, gesungen und getoastet worden, etwas Reales ist daraus nie hervorgegangen" — aber ganz überwunden sind die centrifugalen Tendenzen doch auch noch nicht, die das Erbtheil des deutschen Geistes sind; ja, ein Erbfehler; nicht unüberwindlich, aber doch recht hartnäckig; eine Krankheit mit der Neigung zu Rückfällen!

„Was bisher an wirklicher Einigung zu Stande gekommen ist, das verdanken wir dem Zwang, den Preußen in milderer oder herberer Form durch seine Handelspolitik, seine Diplomatie und sein Schwert geübt hat." Es war für das Zollparlament von 1868 bestimmt! Wir schreiben jetzt 1893. Aber . . . mutatis mutandis . . .! Kurz, man lese diese nicht gehaltenen Reden; der Eine, um sich zu stärken und zu ermuthigen; der Andere, um — wenn möglich — in sich zu gehen.

Einen vortrefflichen, überaus dankenswerthen Abschluß haben die „Gesammelten Schriften und Denkwürdigkeiten" in einem über 30 Seiten einnehmenden Sachregister erhalten, das sich — im Wesentlichen an Namen von Personen und Oertlichkeiten geknüpft — über alle sieben Bände erstreckt und es ermöglicht, Zusammengehöriges zusammenzubringen, im Zusammenhange nachzulesen.

Man will z. B. beisammen haben, was über Paris gesagt ist. Es finden sich mehr als 20 Gelegenheiten, die in fünf Bände

vertheilt sind; oder man möchte die sehr werthvollen Schilderungen und Urtheile über Land und Leute im Zusammenhange überblicken: das Stichwort „Reise" gruppirt ungefähr 40 Stellen aus fünf Bänden.

Das reiche Sammelwerk ist dadurch zum Nachschlagebuch geworden.

II. Moltkes militärische Werke. Herausgegeben vom Großen Generalstabe, Abtheilung für Kriegsgeschichte. Berlin 1892, Königl. Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Geheftet M. 6,—; in Mappe, Text kartonnirt, M. 8,—.

Der Titel ist wohl gewählt, um recht kurz zu sein. Unbedingt ein militärisches Werk, ein Beitrag zur Militärliteratur ist die im dritten Bande der „gesammelten Schriften ꝛc." veröffentlichte „Geschichte des deutsch-französischen Krieges". Der Generalstab hat sich die Herausgabe derjenigen militärischen Werke — soweit ihr Bekanntwerden zur Zeit statthaft erschien — die aus dienstlichem Anlasse, nicht wie die eben erwähnte Geschichte aus freiem Entschlusse verfaßt worden sind, angelegen sein lassen.

Es sind vier Abtheilungen ins Auge gefaßt:

1. Die militärische Korrespondenz während der drei Kriege, an denen Moltke in seiner hohen Stellung so hervorragend betheiligt war;
2. die Thätigkeit als Chef des Generalstabes der Armee im Frieden;
3. Kriegsgeschichtliche Arbeiten;
4. Aufsätze und Aufzeichnungen über verschiedene militärische Gegenstände.

Zuerst erschienen ist die auf den Krieg von 1864 bezügliche militärische Korrespondenz. Dieselbe ist nicht nur für den Offizier und den Kriegsgeschichtschreiber, sondern für den Historiker überhaupt von hoher Bedeutung. In der ersten der 146 Nummern wird in Erwiderung einer Anfrage des Kriegsministers v. Roon „die Eventualität einer militärischen Lösung der mit Dänemark so lange schwebenden Streitfrage" erwogen. Es ist erfrischend und erhebend, neben den diplomatischen Katzbalgereien am Bundestage hier einen seltenen, klaren Geist in so überzeugend klaren Worten sich aussprechen zu hören.

Die Sammlung schließt am 4. Dezember 1864.

Die zweite Publikation des geplanten Werkes galt der zweiten Abtheilung; sie brachte Moltkes taktische Aufgaben aus den Jahren 1858 bis 1882.

Es sind deren 66. Im Vorwort wird bemerkt, es werde hiermit einem in der Armee vielfach geäußerten Wunsche entsprochen. Die Lösungen sind beigefügt, soweit sie sich mit Sicherheit als von dem Urheber herrührend haben nachweisen lassen. Nicht durchweg war das möglich. Dafür konnten bei anderen auch aus der mündlichen Beurtheilung nach inhaltlicher oder wörtlicher Niederschrift Ergänzungen gegeben werden.

Ein Referent, der sich gebührender Bescheidenheit befleißigt, kann nichts Besseres thun, als die Worte wiedergeben mit denen der — selbstredend ungenannte — Verfasser des Vorwortes schließt:

„Manche der Aufgaben und Lösungen erscheinen naturgemäß vom Standpunkte der heutigen Truppenführung etwas veraltet, andere bieten nach unseren jetzigen Anschauungen wenig Gelegenheit zu verschiedenartigen taktischen Entschließungen. Trotzdem werden alle in Folge ihrer Klarheit und oft überraschenden Einfachheit stets mustergültig bleiben und in ihrer ausgesprochenen Eigenart eine Fülle von Anregung und Belehrung gewähren."

Es sei nur noch eine thatsächliche, historische Bemerkung hinzugefügt:

Wie sich an der Lösung dieser Aufgabe alle Offiziere, die sich dieselbe verschaffen konnten, freiwillig und eifrig betheiligten, so versammelten sich an dem Tage, an welchem der greise Herr seine eigene Ansicht über die zweckmäßigste Lösung der Aufgabe vortrug und andere Ansichten beurtheilte, zahlreiche und hochgestellte Offiziere um ihn, seinen Vortrag zu vernehmen. Diesen Schatz an militärischer Weisheit empfängt die deutsche Armee in dem genannten Werke nun zur bleibenden Benutzung.

Moltke selbst, wenn er noch unter uns weilte, würde manche seiner Aufgaben heut anders lösen, als er sie vormals gelöst hat; aber an den Aufgaben — jedenfalls der überwiegenden Mehrheit derselben — werden sich auch noch die kommenden Generationen von Lehrenden und Lernenden erfreuen und erbauen können.*)

*) Wie soeben die Tageszeitungen berichten, werden gegenwärtig die taktischen Aufgaben im Auftrage des russischen Generalstabes von Oberst Schleisner übersetzt, „um den Leitern taktischer Uebungen als Leitfaden und den höheren Frontoffizieren als Uebungsbuch zu dienen."

27 sauber, wenn auch nur in Lithographie, ausgeführte Pläne liefern das Gelände. Selbstredend dienen mehrere für mehrere Aufgaben. Ein 28. Blatt enthält 9 Skizzen der Landestheile in weiterer Ausdehnung, soweit es zum Verständnisse der Aufgaben erforderlich ist. Die Blätter sind einzeln in das (Groß-Oktav-) Format des Textes gebrochen; die Ecke rechts oben ist umgeschlagen, so daß man die Nummer des Planes und die Nummern der Aufgaben, zu denen er gehört, ersehen kann, ohne das Blatt zu entfalten; eine sehr zweckmäßige Anordnung. Endlich sind sämmtliche Pläne — ein Bündel von 3 cm Dicke — in ein an den Broschürendeckel geklebtes Streifband geschoben. Auch diese Anordnung ist gut . . . für den ersten Augenblick und für die Versendung; nicht für die Dauer und wiederholten Gebrauch. Gefaltetes Papier bricht früher oder später; besonders wenn es — wie unvermeidlich — bei jedesmaligem Gebrauche möglichst glatt gestrichen wird. Die Blätter ungebrochen in Atlantenform zu haben ist ja der „Sperrigkeit" solchen Gutes wegen unbequem, besonders für den Nomaden, der ja der Offizier mehr oder weniger ist; aber es ist doch das einzige Mittel zur Schonung. Diese Erwägung ist z. B. maßgebend gewesen bei dem (Iglau, Wien 2c. Bäuerle) erscheinenden „Schlachtenatlas des 19. Jahrhunderts". Hier hat man sogar lieber den Text dem Atlasformat der Pläne angepaßt: Folio, zweispaltig, 20 bezw. 30 cm die Seite. Ein Bruch der Vertikale nach schadet nichts oder doch nur sehr allmälig; aber das kreuz und quer drei- bis viermal Brechen ruinirt unausbleiblich in kurzer Zeit.

5.

Müller (Generallieutenant), Geschichte des Festungskrieges seit allgemeiner Einführung der Feuerwaffen bis zum Jahre 1892. Zweite umgearbeitete Auflage. Berlin, Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. M. 9,—, geb. 10,50.

Die erste Auflage ist vor jetzt 13 Jahren erschienen. Der Verfasser wollte damit eine Lücke füllen, deren Vorhandensein er als Lehrer an der Kriegsakademie empfunden hatte. Die in diesen

Zeitraum fallenden allgemein bekannten Fortschritte in den Leistungen fernwirkender Waffen haben der Befestigungskunst neue schwierige Aufgaben gestellt und die Methode des Kampfes um befestigte Orte in ein neues Entwickelungsstadium gerückt. Die zweite Auflage ist vermehrt, ergänzt, berichtigt, wie es die Erfahrung bedingte und an die Hand gab.

Auch dem Fernstehenden, dem persönliche Kenntniß abgeht, muß schon die Dienststellung des Verfassers*) das Vertrauen einflößen, daß hier eine Arbeit geboten wird, die auf der Höhe der Zeit steht.

Rund 90 Quellenwerke sind benutzt.

Seite 32 Zeile 5 von unten hat sich ein Rollentausch zwischen Angriff und Vertheidigung eingeschlichen; jedenfalls nur ein Schreibfehler. Es muß dann aber auch Seite 37 Zeile 11 von unten „vor" in „in" verwandelt werden und Zeile 14 und 15 von oben „Belagerung" in „Vertheidigung".

---

*) Direktor des Waffendepartements im Kriegsministerium; aus der Artillerie hervorgegangen.

IV.

Distanzritt.

Der Ausdruck „Distanzritt“ stammt aus den Jahren 1859 bis 1860. In dem Kriege 1859 zwischen Frankreich und Italien und Oesterreich, welcher Letzterem die Lombardei kostete, hatte sich der General Freiherr v. Edelsheim, damals Regimentskommandeur, mit seinem Kavallerie-Regiment durch bedeutende Marsch- und Gefechtsleistungen hervorragend ausgezeichnet. Edelsheim ist 1826 in Karlsruhe geboren und der Bruder des 1872 in Konstanz verstorbenen früheren badischen Staatsministers. Vom Feldzeugmeister Graf Gyulay adoptirt, fügte er dessen Namen dem seinigen hinzu, zeichnete sich 1866 abermals aus durch Deckung des Rückzuges der Oesterreicher von Olmütz nach Wien, ward 1869 Generalinspekteur der Kavallerie und Feldmarschalllieutenant, und 1875 General der Kavallerie und Landeskommandirender von Ungarn. Gegenwärtig lebt er in Pest, und wenn er, wie in einzelnen Zeitungen zu lesen ist, den großen Distanzritt Berlin—Wien nicht durchweg gebilligt hat, so wie derselbe geplant und ausgeführt wurde, so dürfte es kaum einen Reiter von Fach geben, der mehr zu einem Urtheile über diese Unternehmung berechtigt wäre als gerade Edelsheim.

Unter seinem Kommando errichtete nämlich die österreichische Heeresleitung bald nach beendigtem Feldzuge von 1859 eine Reiter-Brigade (die Brigade Edelsheim), welche aus Freiwilligen mit achtjähriger ununterbrochener Dienstzeit bestand und durch zwei Regimenter Husaren und ein Regiment Ulanen, jedes zu 8 Schwadronen, im Ganzen also 24 Schwadronen, die Schwadron zu etwa 140 Pferden, gebildet wurde. Mannschaften und Pferde waren aus Ungarn und Polen. Die Ausrüstung der Leute und

Pferde wurde möglichst bequem und leicht gemacht. Die Bewaffnung bestand bei den Husaren aus Säbel und Pistole, bei den Ulanen aus Säbel, Pistole und Lanze, Letztere ohne Flagge.

Edelsheim führte eine ganz andere Reitmethode ein, darauf berechnet, größere Strecken, als bisher üblich, durch den einzelnen Reiter, durch Schwadronen, Regimenter und größere Reiterverbände in kurzer Zeit zurücklegen zu lassen, ohne daß Mann und Pferd außer Athem und an Kräften vollständig „ausgepumpt", wie der Reiterausdruck sagt, am Ziele des Marsches ankämen. Selbstverständlich gehörte dazu auch das Nehmen von Hecken, Zäunen, Gräben, sowie das Durch- und Ueberklettern von Hohlwegen, Mulden und Erddämmen, also von Hindernissen, wie solche sich dem Reiter in Mitteleuropa überall entgegenstellen, sobald er die gebahnte Straße verlassen und sich querfeldein bewegen muß.

Hatte man bis zum Auftreten Edelsheims in den Heeren Europas den Hauptwerth gelegt auf gut gefütterte runde Pferde, welche die verschiedenen Gangarten in möglichster Reinheit gingen, vor Allem einen tadellosen Parademarsch im Galopp machten und höchstens eine nicht zu hohe Barriere in der Reitbahn nach vielem Zureden, auch kräftigen Hülfen mit Sporn und Peitsche übersprangen, so brachten die Leistungen Edelsheims einen vollständigen Umschwung in den Anschauungen der Reiterwelt hervor. Alle Staaten schickten Offiziere nach Oesterreich, um das Edelsheimsche Reitsystem kennen zu lernen, welches in der That sich wesentlich mit den Grundsätzen eines Zieten und Seydlitz deckte. Beispielsweise waren im Jahre 1862 von Preußen geschickt: der Kommandeur der 12. Kavallerie-Brigade, Oberst v. Kotze, der Kommandeur des Schlesischen Ulanen-Regiments Nr. 2, Oberstlieutenant v. Baumgarten; von Baden: der Lieutenant v. Mohl von der badischen Artillerie (wahrscheinlich der jetzige Kommandeur einer preußischen Feldartillerie-Brigade); von Hessen: der Rittmeister v. Grolman.

Die Uebungen, welche Edelsheim machte, bestanden darin, daß z. B. 27 bis 30 Minuten lang getrabt, dann aufmarschirt und in Galopp übergegangen, 2 bis 3 Minuten lang galoppirt und sofort eine Attacke geritten wurde. Die Pferde waren dann wohl warm, aber nicht außer Athem. Während solcher Trabmärsche wurden Hindernisse aller Art genommen. Auch Schwimmübungen machte die Edelsheimsche Reiterei und dann Distanzritte.

Die Einübung zum Distanzreiten geschah ganz systematisch. Zuerst wurde in kleinen Abtheilungen nach der Uhr geritten und das Tempo geregelt, und dann von kleineren zu größeren Wegestrecken vorgeschritten und selbstverständlich auch in größeren Abtheilungen geritten. Die Offiziere wurden auf einer besonders für diese Edelsheimschen Regimenter errichteten Equitationsschule in Enns vorgebildet und machten am Schlusse eines jeden Kursus 6 bis 8 Tage lang Distanzritte, wobei jeder Offizier sein Pferd völlig selbst verpflegen mußte, da weder Ordonnanzen noch Diener mitgenommen werden durften. Hauptzweck war stets, daß Reiter und Pferd in vollständig gefechtsmäßigem Zustande das Ziel des Distanzrittes erreichten. Ein solcher Distanzritt, z. B. von Enns nach Steier, etwa 20 km, wurde in ununterbrochenem Trabe gemacht und die Strecke in etwa 100 Minuten, der Kilometer also in fünf Minuten zurückgelegt. Nach dreistündiger Rast kehrte man auf einem großen Umwege zurück, wobei mit geringen Unterbrechungen, nur um nach dem richtigen Wege zu fragen, 2¼ Stunden getrabt wurde. Die Pferde waren frisch und nicht außer Athem.

Nach diesem System wurde nun bald in allen Reitereien gearbeitet. Die Central-Kavallerieschule in Wien wurde nach Edelsheimschem System reorganisirt. Seit jener Zeit hat man gelernt, die Leistung der Pferde besser auszunutzen, Kavallerie und Artillerie benutzen ihre Pferde jetzt fast täglich, mit Ausnahme des Sonntags. Hindernisse werden jetzt mit Leichtigkeit genommen, die man früher umgehen mußte, und der französische Krieg hat gezeigt, daß die deutsche Reiterei und Feldartillerie ihre Zeit auch im Frieden nicht nutzlos hingebracht hatten.

Wie man nach den Napoleonischen Kriegen, welche ein enormes Material gerittener Pferde verbraucht hatten, der Bahnreiterei zustrebte, um wieder durchgerittene Pferde zu bekommen, darin aber in der langen Friedenszeit bis zu den fünfziger Jahren mehr als genug gethan, ja das Maß überschritten hatte, so ging man von da ab dann im Rennenreiten zu weit und legte einen zu hohen Werth auf Schnelligkeit für verhältnißmäßig kurze Strecken. Das Jagdreiten, welchem in Preußen, namentlich in den östlichen Provinzen stark gehuldigt wurde, bildete zwar die Pferde sehr gut für den Krieg vor, was Ueberwinden von Geländeschwierigkeiten anlangt; immerhin aber sind die Strecken, welche bei einer Jagd geritten werden, kurz, die Ausrüstung des Reiters ist eine möglichst

leichte, und es kann aus den Ergebnissen des Jagdreitens doch kein nach allen Stücken zutreffender Schluß auf die Leistung des Pferdes und des Reiters unter Verhältnissen gezogen werden, wie sie im Kriege vorkommen. Auch führen Rennen und Jagdreiten zu sehr dazu, die Pferde nur auf die Hand zu reiten, namentlich ist dies bei den Rennen der Fall. Ein gutes Rennpferd wird in den seltensten Fällen auch ein Pferd sein, das sich gewandt tummeln läßt. Beim Rennen und beim Jagdreiten wirkt ferner die „Herde" zu viel mit, wenn ich mich so ausdrücken darf, das Pferd, bekanntlich von Natur ein Herdenthier, läuft mit, weil die anderen Pferde laufen. Das ist ja bei einer geschlossenen Attacke sehr gut, aber wir brauchen in künftigen Kriegen zu dem Aufklärungs- und Sicherheitsdienst Pferde, welche auch gewandt allein gehen, ganz in der Hand des Reiters sind und ausdauern. Das erreicht nur die Edelsheimsche Methode und ganz besonders der Distanzritt, d. h. die Zurücklegung größerer Entfernungen in möglichst kurzer Zeit, aber mit der Rücksicht darauf, daß Reiter und Pferd, am Ziele angekommen, noch in der Lage sind, zu fechten.

Wenn auch bei dem großen Distanzritt Wien—Berlin und umgekehrt der letzteren Anforderung zu wenig, von manchen Reitern gar nicht Rechnung getragen worden ist, so muß die Ausführung eines Distanzrittes an und für sich doch freudig begrüßt werden, weil sie eben ein Einlenken auf den richtigen Weg der Pferdeausbildung für den Zukunftskrieg bedeutet. Daß dabei große Fehler gemacht worden sind, ist außer allem Zweifel und wird von den Theilnehmern und Veranstaltern selbst ohne allen Rückhalt anerkannt. Die Resolutionen der Thierschutzvereine sind gewiß gut gemeint, gehen aber weit über das Ziel hinaus. Der Distanzritt war keineswegs nur zum Vergnügen unternommen; denn um Liebesmahle, Waffen- und Völkerverbrüderungsfeste zu feiern, konnten die Offiziere bequemer mit dem Schnellzug nach Berlin und Wien fahren. Ein Vergleich mit Stiergefechten, Taubenschießen, Hetzjagden ist gänzlich ausgeschlossen; denn dabei werden Thiere lediglich zum Vergnügen zu Tode gequält. Man braucht aber nur den Aufsatz des Generals v. Rosenberg zu lesen, um einen Begriff zu bekommen von den werthvollen Ergebnissen des viel geschmähten Distanzrittes.

General v. Rosenberg rühmt an den Oesterreichern, daß sie die Ausbildung von Mann und Pferd nicht auf die Reitbahn, sondern auf das Gelände basiren. Darin kann man eine Bestätigung meiner obigen Ausführungen über Edelsheims Verfahren finden. Er verwirft ferner unsere Art der Pferdezucht, welche nur auf schön geformte, im Stall aufgepäppelte Pferde ausgeht, weil diese sich besser verkaufen und höher bezahlt werden, als die kleinen, sehnigen, edlen Pferde, wie solche fast durchweg von den österreichischen Distanzreitern gebraucht worden waren. „Dieser klar zu Tage tretende Umstand", sagt Rosenberg, „möge unseren Züchtern, besonders in Preußen, den Wink geben, daß, wenn der Ruf des preußischen Pferdes für die Zukunft gewahrt werden soll, die Aufzucht nach dieser Richtung hin, also mehr Futter und mehr Abhärtung, verbessert wird; wenn dies von jetzt an auch wirklich geschähe, so wird man trotzdem erst in vielen Jahren das wieder gut machen, was man bereits gesündigt hat." Ein anderer Aufsatz im Militär-Wochenblatt, dessen Verfasser den Ritt selbst mitgemacht hat, erwähnt, daß die Distanzreiter in dem österreichischen Staatsgestüte Holitsch eine Jagd mitgeritten haben, bei welcher man sie auf Gestütshengsten beritten machte. Er lobt das mit Recht und hebt den darin liegenden Unterschied gegen unser Verfahren hervor. Bei uns ist man nämlich anderer Ansicht, bewahrt die Zuchthengste vor Anstrengungen und giebt ihnen nur die nöthige Gesundheitsbewegung. Es ist das ein alter Streit unter den Pferdezüchtern. Die eine Partei behauptet, man müsse die Hengste schonen, um sie zeugungsfähiger zu machen. Die andere Partei dagegen sagt, die Nachkommenschaft eines solchen Hengstes verliere an Leistungsfähigkeit, während diejenige eines Hengstes, der selbst arbeiten müsse, auch die Fähigkeit zu ähnlichen Leistungen vom Vater ererbe. Und diese Ansicht scheint die richtige zu sein. Wenigstens theilen sie auch die Araber und verfahren selbst bei den Stuten nach ähnlichen Grundsätzen. Wenn also in dieser Richtung der Distanzritt Wandel schaffen würde, so wäre dies ein unschätzbares Ergebniß für unsere Pferdezucht und — für unsere Kriegsfertigkeit. Wie wir aber in unserem Wehrsystem immer mehr zu den Grundsätzen der Alten zurückkehren, daß nämlich jeder wehrfähige gesunde Mann zur Vertheidigung des Vaterlandes nicht allein berufen, sondern auch auszubilden sei, so dürfen wir auch nicht den Kriegsgefährten des

Mannes von Alters her, nämlich das Pferd, vergessen. Unsere Pferdezucht muß, wie bei den alten Reitervölkern und bei unseren Vorfahren bis in das Mittelalter und darüber hinaus, vor Allem ein kriegsbrauchbares Thier liefern. Leider ist das bis jetzt ebenso wenig der Fall, wie wir es noch versäumen, unser Volksschulwesen, unser Vereinswesen und unser öffentliches Leben überhaupt in den Dienst des Vaterlandes zu stellen. Wir würden damit einen Schritt vorwärts machen in unserer Vertheidigungsfähigkeit, welcher uns dem Ideale der allgemeinen Wehrpflicht wesentlich näher brächte. Bis jetzt ist aber in der genannten Richtung noch so gut wie nichts geschehen. Unsere Schulen turnen nach einem anderen System und nach anderen Kommandos wie das Heer, unsere Schützenvereine schießen mit Büchsen und Standrohren aller Art auf kleine Entfernungen um silberne Löffel und Humpen, auch nicht ein Verein schießt mit Ordonnanzpatronen auf Entfernungen, wie sie im Kriege vorkommen, was Italiener und Schweizer längst thun und die Franzosen jetzt anbahnen. Unsere Kriegervereine pflegen allerdings in anerkennenswerther Weise die Treue zu Kaiser und Reich, aber nur einzelne bereiten sich wenigstens auf Thätigkeit als Krankenpfleger im Kriege vor. Was Pferdezucht anlangt, so ist mir nur ein Verein bekannt, welcher sich die Hebung der Zucht und die Beförderung der Dressur von Pferden für den Dienst in der Armee zum Ziele gesetzt hat, und das ist der Niederrheinische Pferdezuchtverein. Irre ich nicht, so hat der jetzige Rittmeister Freiherr v. Reitzenstein auf den Renn- und Musterungsplätzen dieses Vereins auf der Spellner Heide und auf der Bönninghard seine ersten Studien im Rennreiten gemacht. Kehren wir zu unserem eigentlichen Thema, dem Distanzreiten, zurück. Schon in früheren Zeiten hat man erkannt, daß nicht die Schnelligkeit, mit welcher man einen Weg zu Pferde zurücklegt, allein ausschlaggebend ist, sondern vielmehr die Schnelligkeit, verbunden mit dem stets brauchbaren Zustand von Pferd und Reiter. So sollen auch die Mecklenburger in früheren Jahren Wettritte veranstaltet haben, bei welchen große Strecken unter namhaftem Gewicht zu reiten waren, und Manche schreiben dieser Art der Pferdeerprobung die vorzüglichen Leistungen zu, welche der alten Mecklenburger Pferdezucht, namentlich in Lieferung großer, gewandter und ausdauernder Reitpferde, mit Recht nachgerühmt werden. Die Ritte des Generals v. Seydlitz mit seinen

Offizieren tragen wohl gleichfalls mehr den Charakter von Distanzritten, vielfach auch von unseren heutigen Jagden, wie sie in Hannover geritten werden. Auch General v. Katzler, der berühmte Yorcksche Reiterführer und Avantgardengeneral, machte mit seinen Offizieren Distanzritte. Und wenn wir an die Verkehrsverhältnisse, an die wenigen und die schlechten Straßen und Wege denken, welche wir bis in die zweite Hälfte unseres Jahrhunderts hatten, so begreift es sich, daß schon der gesellige Verkehr auf dem Lande und der Reiseverkehr vielfach zu Ritten nöthigte, welche wir nur unter die Kategorie der Distanzritte rechnen können. Daraus ergab sich aber auch die bessere Gelegenheit, brauchbare Reitpferde um billiges Geld zu erstehen, als heute. Denn es gab deren überhaupt mehr. Jeder Gutsbesitzer, jeder Forstmann, jeder Arzt, viele Privatleute, Kaufleute 2c. waren genöthigt, sich leistungsfähige Pferde zu halten. Gehörte es doch dermaßen zur vollständigen Erziehung eines Mannes der besseren Stände, reiten zu können, daß man noch bis in die dreißiger Jahre hinein Sporen zum besseren Anzug trug, auch wenn man kein Pferd im Stalle hatte. Diese Zeiten sind vorüber. Da wir aber immer noch, und noch mehr als früher, leistungsfähige, verständige Reiter und Pferde für den Krieg brauchen, so müssen wir uns solche jetzt besonders erziehen, denn das tägliche Leben liefert solche nicht mehr. Und da wir trotz Velociped, Luftballon, Telegraph und Telephon im Kriege auch für den Nachrichtendienst das Pferd nicht entbehren können, und da wir nicht wie in alten Zeiten durch stete Fehden, also durch stete Uebung im Ernstfall unsere Reiter und Pferde zu bilden vermögen, so müssen wir eben die Lebenslagen künstlich schaffen, welche uns nach Möglichkeit den Ernstfall ersetzen.

Als eine solche Lebenslage erscheint aber, auch nach General v. Rosenbergs Ansicht, neben dem sachgemäß geleiteten Jagdreiten der Distanzritt. Derselbe darf aber kein Wettritt sein, als welchen mehrere Aufsätze im Militär-Wochenblatt den großen Wien—Berliner Distanzritt bezeichnen, um damit auszudrücken, daß man eben bei diesem Ritte Manches verfehlt habe, was zum Wesen des Distanzrittes gehört. Unzweifelhaft muß man mit General v. Rosenberg die kolossalen Anstrengungen von Reiter und Pferd und die über alles Lob erhabene Energie der Reiter anerkennen. Aber, wenn der Distanzritt wirklich eine Uebung

sein soll, dann muß er systematisch eingeübt werden, ähnlich, wie es Edelsheim gemacht hat. Diese Forderung den Reitern wieder ins Gedächtniß gerufen zu haben, ist ein unbestrittenes Verdienst des Berlin–Wiener Distanzrittes, und dieses Verdienst ist vielleicht mit dem Verluste einiger Pferde nicht zu theuer bezahlt, so sehr man auch die Thiere bedauern kann. Aber nur unsere an gute Straßen und an Eisenbahnen gewöhnte Jetztzeit hat vergessen, daß im Krieg und im Frieden in früheren Zeiten manches Pferd zu Schanden geritten wurde. Wie mancher Postillon, der eine Stafette in größter Schnelligkeit zu reiten hatte, ritt ein, ja mehrere Pferde todt. Von Napoleon erzählt man, daß er in der Schlacht von Friedland einen Adjutanten wegschickte mit den Worten: „Crêve ton cheval"! also reite, und wenn es das Leben des Pferdes kostet! Dagegen aber haben wir auch aus der Neuzeit, insbesondere aus dem Kriege von 1866 und aus dem deutsch-französischen Kriege Beispiele von Ritten, die beweisen, daß man einmal im Ernstfalle sehr wohl in die Lage kommen kann, tagelange Ritte auf einem Pferde und mit möglichster Beschleunigung zurücklegen zu müssen, sowie daß wir schon damals Reiter und Pferde hatten, welche diese Aufgabe glänzend lösten. Ich erinnere nur an den Ritt des Oberstlieutenants v. Unger vor der Schlacht von Königgrätz 1866 und an den Ritt des Lieutenants v. Hagenow vom 1. Hessischen Husaren-Regiment Nr. 13, im Feldzuge 1870 Ordonnanzoffizier im Stabe der bekannten 22. Infanterie-Division, der sogenannten Kilometer-Division unter Generallieutenant v. Wittich. Herr v. Hagenow, jetzt Kommandeur des 2. Rheinischen Husaren-Regiments Nr. 9, hat auf meine Bitte mir Mittheilungen über diesen Ritt gemacht, denen die nachstehenden Angaben entnommen sind:

Die 22. Division brach am 9. November 1870, dem Tage des Treffens von Coulmiers, gegen 8 Uhr vormittags von Chartres auf, um in der Richtung auf St. Péravy zur Unterstützung des Generals v. d. Tann anzutreten. Das Gros der Division erreichte gegen 2 Uhr nachmittags Villars, und da man bereits seit längerer Zeit aus südlicher Richtung Kanonendonner vernommen, so wurde Lieutenant v. Hagenow vorgeschickt, um Näheres über das aus der Ferne vernommene Gefecht zu ermitteln. Er ritt in schneller Gangart bis in die Höhe von Orgères und Commainville vor, konnte aber auch dort nicht mit

Bestimmtheit ermitteln, ob der in der Richtung über St. Péravy vernehmbare Kanonendonner auf ein Vor- oder Zurückgehen des zweifellos im Gang befindlichen Gefechts deute, und begab sich wiederum in schneller Gangart nach Villars zum Divisionskommandeur zurück. Derselbe ließ nun um Villars enge Kantonnements beziehen und beauftragte den Lieutenant v. Hagenow, die Verbindung mit General v. d. Tann unter allen Umständen herzustellen. Die Handpferde des Divisionsstabes waren nicht zur Stelle. Lieutenant v. Hagenow ließ deshalb seinem Pferde, welches bereits den Marsch von Chartres bis Villars unter ihm gemacht und von da bis Orgères und Commainville und wieder zurück bis Villars, zum Theil in schneller Gangart, seinen Reiter getragen hatte, das knappe Futter reichen, welches er selbst auf dem Pferde mitgeführt hatte, und trat bei einbrechender Dunkelheit und strömendem Regen, der die ganze Nacht durch anhielt, den weiteren Ritt an, und zwar ohne Karte. Glücklich gelangte er nach St. Péravy, traf aber dort den General v. d. Tann nicht mehr, sondern mußte sich durch die zurückgehenden bayerischen Kolonnen nach Artenay durchwinden. Dort machte er seine Meldung bei General v. d. Tann. Während er denselben aufsuchte, konnte sein Pferd ein Stück Brot verzehren, das er ihm von einem bayerischen Soldaten gekauft hatte. Sofort nach der Meldung bei General v. d. Tann mußte er nun wieder zurückreiten, um seinem General Kenntniß von der Sachlage zu geben. Er traf ihn am 10. November, vormittags gegen 9 Uhr, in Viabon und hatte somit auf demselben Pferde in 25 Stunden 21 deutsche Meilen oder 157,5 km zurückgelegt, was auf den Kilometer, die kurzen Aufenthalte eingerechnet, etwa 9,5 Minuten ergiebt. Dabei darf indessen nicht vergessen werden, daß sich die Wegestrecke noch erheblich verlängert, die Zeit für den Kilometer also noch weiter vermindert, wenn man bedenkt, daß Lieutenant Hagenow — namentlich auf dem Rückwege, wo die Ortschaften als von den Franzosen besetzt anzunehmen waren — vielfach Ortschaften umreiten, auch feindlichen Kavallerie-Abtheilungen auf freiem Felde ausweichen und deshalb aufgeweichten Boden durchreiten mußte. Im Uebrigen war der Weg meist im Allgemeinen gut gehaltener Vicinalweg. Die Gangart, welche Lieutenant v. Hagenow ritt, war, mit Ausnahme des oben erwähnten schnellen Rittes von Villars bis in die Höhe von Orgères und zurück, fast ausschließlich

der natürliche Trab, also die Gangart, in welcher Edelsheim seine Distanzritte vorzugsweise zurücklegen ließ. Das Gewicht, welches das Pferd zu tragen hatte, war 90 bis 95 kg, Alles in Allem, der Beschlag der damals allgemein in der Armee übliche. Das Pferd selbst war ein elfjähriges ostpreußisches Chargenpferd, welches Lieutenant v. Hagenow auch schon 1866 im Feldzuge geritten hatte. Reiter und Pferd waren durchaus fähig zu weiteren Leistungen, was daraus hervorgeht, daß Lieutenant v. Hagenow noch an demselben 10. November bis Jauville ritt und die Nacht vom 10. auf den 11. November abermals mit demselben Pferde 52,5 km zurücklegte. Lieutenant v. Hagenow hatte auf dem Ritt von Villars über St. Péravy nach Artenay und zurück nach Viabon eine Ordonnanz der 4. Eskadron Husaren-Regiments Nr. 13 gehabt, deren Pferd ebenfalls gut ausgehalten hatte.

Ich bin der Letzte, welcher den Leistungen der Distanzreiter Berlin—Wien zu nahe treten will. Ich erkenne vielmehr den militärischen Werth dieses Versuches voll und ganz an und ebenso die Förderung der Entschlußfähigkeit, die Willensenergie, welche durch solche Ritte erzielt wird. Wenn man den oben beschriebenen Ritt des Lieutenants v. Hagenow betrachtet, so wird man gewiß zugeben müssen, daß derselbe, in feindlichem Lande und gewissermaßen innerhalb des feindlichen Heeres ausgeführt, ein glänzendes Beispiel reiterlicher Leistung darbietet und den Beweis liefert, was kaltblütige Ueberlegung und Willensenergie, sowie richtige Abwägung der an Mann und Pferd zu stellenden Anforderungen vermag.

An Beispielen von Distanzritten aus dem Kriege 1870/71, aber auf kürzere Strecken, möchte ich noch den Ritt des Prinzen Friedrich Karl mit seinem Stabe anführen, den der Prinz am 16. August ausführte, um auf das Schlachtfeld von Mars la Tour zu gelangen. Der Prinz ritt diese Strecke von Pont à Mousson aus, etwa 30 km im Trab und Galopp, in 75 Minuten, brauchte also für den Kilometer etwa nur 2,5 Minuten.

Die Batterien, welche am 14. August zu der Schlacht von Colombey herantrabten, legten den Kilometer in etwa 5 Minuten zurück.

Es unterliegt also keinem Zweifel, daß im Kriege Fälle vorkommen, in welchen man die Anforderungen des Distanzrittes an Mann und Roß zu stellen hat und daß man deshalb nicht versäumen darf, sich im Frieden darauf vorzubereiten. Bis jetzt hat

diese Vorbereitung im Allgemeinen nur darin bestanden, daß einzelne Reiter kleine oder größere Ritte derart zu ihrem Vergnügen oder aus irgend einem privaten Grunde unternommen haben. Dahin gehört, soweit wir die Nachrichten darüber zu sammeln in der Lage waren, ein Ritt von 11 englischen Offizieren im April 1889 in Queensland in der Nähe von Brisbane. Es wurden 180 km vom Gewinner des ersten Preises in 23 Stunden 20 Min. zurückgelegt und zwar in voller Marschausrüstung. Drei andere Reiter folgten hart hinter dem ersten, die übrigen, also sieben, gaben aber den Ritt in den steilen Bergen zwischen Gympia und Brisbane auf. Der Sieger hatte hiernach zu 1 Kilometer 7,8 Minuten gebraucht. Bedingung war ferner noch die weitere Marschfähigkeit der Pferde gewesen.

Eine Truppe Madras-Kavallerie hat ferner im Februar 1886 von Kongsten nach Jubbelpore und zurück 460 km in 154 Stunden in voller Ausrüstung ohne Schädigung von Mann und Roß zurückgelegt. Dies ergiebt auf den Kilometer im Durchschnitt 20 Minuten und dürfte nicht gerade eine hervorragende Leistung genannt werden, da bekanntlich wohl jede deutsche berittene Truppe, Kavallerie oder Feldartillerie, in voller Ausrüstung auf wochenlang fortgesetzten Märschen in Frankreich, allerdings auf den dortigen vorzüglichen Straßen, den Kilometer in 10 Minuten zurücklegt, und zwar im Schritt, wie ich das wiederholt mit der Uhr selbst kontrolirt habe.

Der bekannte Oberst Cody (Buffalo Bill) hat sich einem Berichterstatter des Daily Chronicle gegenüber sehr anerkennend über die Leistungen der Distanzreiter Wien – Berlin ausgesprochen und von sich erzählt, daß er einmal 150 km in 9,75 Stunden, also den Kilometer in 3,9 Minuten auf demselben Pferde, ein ander Mal 490 km in 22,3 Stunden, also den Kilometer in 3 Minuten, allerdings nicht auf demselben Pferde, aber durch feindliches Gebiet, geritten habe.

In Italien sind Anfang v. J. gleichfalls einige bemerkenswerthe Ritte gemacht worden. So ritten der Rittmeister Marchese Benzoni und der Premierlieutenant Carazzi, von der Savoia-Kavallerie Nr. 3, von ihrer Garnison Verona nach Mantua — 36 km — bei naßkaltem Wetter, auf beschneiten und schlechten Wegen in 1 Stunde und 36 Minuten im Galopp, legten also den Kilometer in 2,7 Minuten zurück.

Premierlieutenant Graf Fontana von der Alessandria-Kavallerie Nr. 14 ritt am 24. Januar 1892, einem Sonntage, mittags 1 Uhr auf der Stute Pretty, einem italienischen Gestütspferde aus dem Gestüt Alfani, von seiner Garnison Sinigaglia am Adriatischen Meere über Rimini, Forli nach Faenza und langte daselbst am 25. Januar frühmorgens um 4 Uhr an. In Rimini hatte er vier Stunden gerastet. Die Rückkehr erfolgte in Begleitung des Rittmeisters Ricci desselben Regimentes am 25. Januar, nachmittags 2 Uhr 35 Min., und die Ankunft in Sinigaglia am Dienstag, den 26. Januar, früh 7 Uhr 40 Min. Roß und Reiter waren völlig wohl. Das Wetter auf dem Hin- und Rückritt war das gleiche, nämlich heftiger Schnee und Frost. Ricci hatte innerhalb 16 ¼ Stunden, abzüglich vier Stunden Rast in Rimini, 144 km, und Fontana in 42 Stunden 20 Minuten, abzüglich 15,5 Stunden Rast, 288 km zurückgelegt und war zwei Nächte hintereinander im Sattel gewesen. Der Ritt war in keiner Weise vorbereitet, Reiter und Pferd nicht trainirt. Ricci hatte den Kilometer also in 5,47 Minuten, Fontana in 6 Minuten durchschnittlich zurückgelegt. Das letztere Zeitmaß entspricht ohne Einrechnung der Ruhepausen der Anforderung, welche im Militär-Wochenblatt Nr. 93 von 1892 in einem v. P. unterzeichneten Aufsatze für Distanzritte gestellt wird, und zwar unter Einrechnung der Ruhepausen. Doch scheint diese Forderung für größere Ritte zu hoch. Und in der That sind nach dem Rosenbergschen Aufsatze im Militär-Wochenblatt bei dem Distanzritt Berlin — Wien durchschnittlich 637,5 km in 100 Stunden, oder der Kilometer in 9 Minuten zurückgelegt worden, was Rosenberg bei der Länge des Weges mit Recht eine stolze Leistung nennt. Reitzenstein legte nach Rosenberg 690 km in 73 Stunden und 6 Minuten, den Kilometer also in 6,35 Minuten zurück, eine Leistung, welche Rosenberg staunenswerth nennt, und Niemand wird ihm darin widersprechen.

Eine recht ansehnliche Leistung haben auch zwei bayerische Offiziere, die Lieutenants Ritter v. Schultes und Frhr. v. Scheurl vom 2. Chevaulegers-Regiment in Dillingen, aufzuweisen. Sie ritten Anfang 1892 von Dillingen abends 9 ¼ Uhr ab und legten den Weg über Wertingen nach München, 125 km, mit 1½ stündiger Ruhe in Odolzhausen, bis 11¼ Uhr vormittags, also in 13½ Stunden zurück, was auf den Kilometer 5¾ Minuten er-

giebt. Die Pferde waren untrainirte ostpreußische Chargenpferde. Trotz des hartgefrorenen Bodens kamen Roß und Reiter frisch und munter an.

Noch will ich die wiederholten Ritte zweier älterer Offiziere anführen, welche von ihrer Garnison nach der Garnison einer detachirten Abtheilung einen Weg von etwas über 25 km zurücklegten und auf denselben Pferden dann vier Batterien im Bespannterexziren besichtigten. Der Weg wurde in etwa zwei Stunden im Trabe, nur durch die Dörfer Schritt, der Kilometer also in 5 Minuten, zurückgelegt. Die Pferde, ein hannoverscher von einem Gestütshengst aus Celle abstammender Wallach und eine, wenn ich nicht irre, englische Halbblutstute, zeigten keinerlei Ermüdung.

Aus den angeführten Distanzritten geht hervor, daß man auf längere Ritte den Kilometer zu 8 bis 9 Minuten, auf kürzere denselben zu 6 Minuten rechnen darf. Allerdings lassen sich zwischen diesen verschiedenen Ritten keine genauen Vergleiche ziehen, weil die Angaben über Ausrüstung von Reiter und Pferd nicht genau genug sind, auch vielfach die Beschaffenheit der Wege und der Witterung sich der genauen Kenntniß entzieht.

Daß der Distanzritt in allen nicht daran betheiligten Heeren großes Aufsehen erregte, ist natürlich. Die oben angeführten Mittheilungen aus englischen, italienischen ꝛc. Reiterkreisen sind zum Theil infolge des Distanzrittes Berlin — Wien in die Zeitungen gelangt. Von besonderem Interesse ist das abfällige Urtheil der Franzosen in „La France militaire“. Nachdem der Verfasser behauptet hat, der Distanzritt habe den Franzosen gar nicht imponirt, der Hauptvortheil sei gewesen, daß die Gegner von Sadowa Gelegenheit gefunden hätten, die kameradschaftlichen Bande, welche in Zukunft die beiderseitigen Heere vereinigen würden, enger zu knüpfen, und das sei vielleicht auch der einzige Grund gewesen, aus welcher man die Probe überhaupt angestellt habe, sagt er, in Frankreich werde man sich hüten, das Beispiel nachzuahmen. Man habe Besseres zu thun. Trotzdem aber findet er — und da kann man ihm nicht Unrecht geben —, es würde interessant sein, zu erfahren, was man von Pferden mittlerer Güte bei angemessener Vorbereitung erwarten dürfe. Er meint weiter, Distanzritte würden ein vorzügliches Mittel sein, die Beschaffenheit der Pferde und die Rüstigkeit der Regimentskommandeure und der Stabs-

offiziere der Kavallerie zu prüfen. Man würde daraus Veranlassung finden, in denjenigen Reihen aufzuräumen, in denen das Vorhandensein von Thatkraft die allererste Anforderung bilden müsse. Auch für die Infanterieoffiziere würden solche Ritte von Vortheil sein, weil sich dieselben dann des Reitens nicht ganz entwöhnten.

Man sieht daraus, daß die Franzosen doch recht werthvolle Ergebnisse aus den Anstrengungen der Distanzreiter gezogen haben. Ich sage ausdrücklich aus den Anstrengungen der Reiter, denn Rittmeister v. Reitzenstein stellt in seinem am 7. Dezember 1892 in der Militärischen Gesellschaft in Berlin gehaltenen Vortrage mit Recht die Anforderungen, welche man an die Reiter gestellt habe, höher als diejenigen der Pferde. Er sagt, diese Anforderungen an die Reiter seien höhere gewesen, da sie nicht nur zu reiten, sondern auch für das Pferd zu sorgen, zu marschiren gehabt haben und durch die richtig zu treffenden Dispositionen in fortwährende geistige Anspannung versetzt worden seien; von den Pferden sei immerhin noch Mögliches, von den Reitern fast Unmögliches verlangt worden. Reitzenstein ist ferner, wie ich auch schon mehrfach hervorgehoben habe, der Ansicht, daß die Erfahrungen des Distanzrittes in militärischer Beziehung keineswegs zu unterschätzen seien. Der Ritt habe durch seine Resultate bewiesen, daß man berechtigt sei, speziell im Aufklärungs- und Verfolgungsdienste an Roß und Reiter, und zwar sowohl an den Einzelnen wie an die ganze Truppe, weit größere Anforderungen zu stellen als bisher.

Unwillkürlich erinnert dieser Ausspruch an das bekannte Wort Gneisenaus in dem Befehl für die Verfolgung der geschlagenen französischen Armee nach der Schlacht von Waterloo: „Bis zum letzten Hauch von Roß und Mann!“ Da es aber nicht gleichgültig ist, wann dieser letzte Hauch eintritt, so folgt daraus, daß man im Frieden ordentlich darauf losarbeiten soll, daß der Einzelne und die Truppe möglichst lange im Athem bleiben. Das gilt nicht bloß für die Kavallerie, nein auch ganz besonders für die Feldartillerie. Hat doch der französische Feldzug Beispiele aufzuweisen, in welchen die Batterien ganz erkleckliche Märsche im Trabe zurückzulegen hatten, um noch auf das Schlachtfeld und zum Schusse zu gelangen. Ich erinnere nur an die bereits oben erwähnten Trabmärsche vieler Batterien zur Schlacht von Colombey. Auch die

Schlachten von Mars la Tour—Gravelotte—St. Privat haben derartige Leistungen aufzuweisen. Leider ist es nur jetzt nach 22 Jahren schwer, alle einschlägigen Verhältnisse so genau noch festzustellen, um bestimmtere Angaben zu machen.

Um Mann und Pferd an Dauerleistungen zu gewöhnen, sollte man schon im Frieden jede Gelegenheit benutzen. Eine vortreffliche Schulung läßt sich schon anbahnen, wenn man Hin- und Rückmarsch zum und vom Uebungsplatz nicht mehr, wie das früher üblich, nur im Schritt zurücklegt, sondern im natürlichen Trabe und daran beim Betreten des Platzes sofort eine kräftige Reprise im Mitteltrabe und im Galopp anschließt mit entsprechendem Aufmarsche. Im weiteren Fortschreiten des Uebungsjahres werden dann die Strecken, welche man im Trabe zurücklegt, gesteigert. Das Gleiche geschieht mit der Ausrüstnng bis zur vollen feldmäßigen Ausrüstung von Mann, Pferd, und bei der Artillerie auch Geschütz und Wagen. An jede solche längere Strecke, welche in schärferer Gangart zurückgelegt wird, hat sich ein Aufmarsch zum Gefecht, bezw. eine Attacke unmittelbar anzuschließen. Darauf folgt Besichtigung von Mann, Pferd und Fahrzeug, Abstellung etwaiger Mängel und vor Allem Ergründung der Ursache. Man wird dabei werthvolle Erfahrungen machen über Sitz der Bekleidungsstücke und Waffen, des Gepäcks, über Güte des Hufbeschlages, über Futter und Pflege des Pferdes, aber auch über Kraft, Energie, Ausbildung von Mann und Pferd ꝛc. Als einen ganz besonderen Vortheil aber sehe ich es an, daß die Truppe, sei es nun Kavallerie oder Feldartillerie, durch Uebung in längeren Trabrepriſen vom Exerzirplatz mehr in das Gelände kommt und in jeder Richtung geschulter und gewandter wird und daß sie auf diese Weise schon früh anfangen kann, Felddienst zu treiben, indem sich sofort mit diesen Uebungen Patrouillendienst und auch, was namentlich für die Feldartillerie von Wichtigkeit ist, der Dienst in der Geländeaufklärung und im Aufsuchen passender Wege verbinden läßt.

Für die Offiziere können Distanzritte sehr gut mit den Rekognoszirungsritten in den Regimentern, mit den Kavallerie-Uebungsreisen, verbunden werden. Ganz besonders werden sich solche Distanzritte auch für die Offiziere des Beurlaubtenstandes eignen, und es unterliegt wohl auch kaum einem Anstande, daß diese Herren, wenn sie in der glücklichen Lage sind, eigene Pferde zu

beſitzen, ſich zuweilen in ihrem Civilverhältniß einen Diſtanzritt leiſten. Das hält friſch und iſt eine gute Vorbereitung für Patrouillen, Quartiermachen ꝛc. im Felde, und für den Felddienſt iſt ja der Reſerve- und Landwehroffizier beſtimmt. Wer aber auch Diſtanzritte macht, muß immer im Auge behalten, daß ſowohl er als das Pferd in arbeitsfähigem Zuſtande ankommen. Er muß ſich alſo ſeine Wegeſtrecke wohl überlegen und die Gangarten in das richtige Verhältniß zu Weg und Zeit und zu eigener und des Pferdes Kraft ſetzen. Der Diſtanzritt Berlin—Wien hat uns gezeigt, was im äußerſten Falle geleiſtet werden kann, und er wird ſeine Früchte tragen für die immer kriegsmäßigere Ausbildung des Heeres.

C. v. H.

V.

Festung und Feldarmee.

Betrachtungen über die Feldzüge 1848 und 1866 in Oberitalien und die ersten Operationen des nächsten Feldzuges mit Frankreich.*)

Die bisher laut gewordenen Betrachtungen über das Zusammenwirken von Feldarmee und Festung haben im Allgemeinen mit einem Hervorheben der darin ruhenden Gefahren geschlossen: Wer ihrem Kreise nahe, dem sei es schwer, sich ihrem Banne zu entziehen; einer Sphinx gleiche sie, wer ihre Räthsel nicht löse, den verderbe sie. Noch weiter geht eine andere: „Die Festung ist einer Mausefalle vergleichbar, die nicht nur den in ihren Klammern festhält, der auf den Köder anbeißt, sondern schon dem verderblich werden kann, der sich von dem Geruche des Speckes herbeilocken läßt.“ Ganz gewiß! Doch gilt das Beispiel der Sphinx nicht mit demselben Rechte von der gesammten Kriegskunst? Wunderbar, während Jedermann, der über die Kriegskunst lehrt, diejenigen Männer aufzählt, die klaren Kopfes das Räthsel lösten und den Sieg erfochten, stellt man in der Lehre über die Festungen die Fälle auf, in denen sie die Feldarmee ins Verderben gestürzt haben, oder, um es anders auszudrücken, man wählt solche Beispiele aus dem Zusammenwirken zwischen Festung und Feldarmee, aus denen hervorgeht, daß man es so freilich nicht machen dürfe.

Die Vorgänge von Metz im Jahre 1870 sind hauptsächlich die Fundgruben, aus denen das Mißtrauen gegen die Festungen in ihrem Zusammenwirken mit der Feldarmee geschöpft wird.

*) Aus dem Nachlasse des Hauptmanns Meydam. D. R.

Daß auch die ganz unbedeutende, kaum den Mitteln der Feldarmee gegenüber widerstandsfähige Festung Sedan mit als Sündenbock herangezogen wird, die als solche, als Festung, die Mac Mahonsche Armee in ihre verderblichen Netze gezogen habe, zeugt, abgesehen von der Zumuthung der Einfältigkeit für den französischen Heerführer, sich eine Festung wie Sedan zum Schutze seines Heeers auszusuchen, davon, wie weit das Bestreben, gegen die Festungen auf jeden Fall Reklame zu machen, geht.

Bleiben wir bei dem Beispiele von Metz stehen, um das wirkliche Maß des schädlichen Einflusses der Festung festzustellen.

Eins ist gewiß: Bazaine hat sich mit seiner Armee in der Festung Metz einschließen lassen und ist mit ihr zu Grunde gegangen. Soll die „Festung" der Vorwurf treffen, durch ihre Anwesenheit und durch ihr Vorhandensein diese Katastrophe bewirkt zu haben, so muß nachgewiesen werden, daß sie allein es war, die derartig lähmend auf den Marschall eingewirkt hat, daß er sich nicht losreißen konnte — sei es in einem Gefühl, in ihren Mauern Schutz und Sicherheit zu finden, sei es, um es als seine Hauptaufgabe vorläufig zu betrachten, die stolze Feste nicht in die Hände der Gegner fallen zu lassen. Es ist möglich, daß in Bezug hierauf die Klage des als Kommandant bestellten Generals Coffinières, daß die Festung, auf ihre eigenen Mittel angewiesen, sich nicht 14 Tage halten könne, mitgewirkt hat zur Einnahme der Stellung hinter der französischen Nied östlich Metz am 10. August, nachdem die französische Heeresleitung unter dem Eindruck der ersten Niederlagen zum sofortigen Rückzuge nach Châlons entschlossen war. Maßgebender waren hierzu jedenfalls, wie dies das Generalstabswerk Theil I Seite 420 anführt, „Gründe der äußeren und besonders der inneren Politik, die es höchst bedenklich machten, den Feldzug damit zu eröffnen, daß man das Land bis auf den halben Weg nach Paris preisgab. Offenbar würde es in der Nationalversammlung nicht an Rednern gefehlt haben, welche ihrer Entrüstung über die schlechte Leitung der Armee einen beredten Ausdruck verliehen und im Lande vielen Beifall gefunden hätten. Der öffentlichen Meinung pflegt man aber in Frankreich vielleicht mehr als irgend wo anders Rechnung zu tragen. Dieser Umstand überwog die rein militärischen Rücksichten, und so wendete man sich wieder dem Gedanken zu, dem deutschen Heere noch östlich von Metz entgegenzutreten." Aus strategischen

Rücksichten sowohl wie namentlich auch aus taktischen wurde diese Stellung schon am ersten Tage aufgegeben und die Armee in eine engere vor der Festung Metz zusammengezogen. Inzwischen hatten die Teten der deutschen II. Armee die Mosel südlich Metz erreicht, die Ueberzeugung von der Nothwendigkeit des weiteren Rückzuges über Verdun hinaus drängte sich der französischen Oberleitung auf, die, vermuthlich auch noch einem Druck des Kaisers folgend, am 13. August Vormittags zu dem Befehl führt, der den Abmarsch auf den 14. Morgens 5 Uhr ansetzte. Diese Absicht wurde vereitelt durch die Schlacht bei Colombey-Nouilly. Die unmittelbare Verfolgung nach der Schlacht hinderten die Festungswerke; ihnen zum größten Theil konnte Bazaine das Lob seines Kaisers: „Vous avez rompu le charme" verdanken; der Festung allein, die ein Vorrücken der deutschen I. Armee von Osten her ausschloß, dankt es Bazaine, daß er seine Armee bis zum 16. August aus dem Moselthale heraus auf die Höhen des linken Moselufers versammeln konnte, um so die beste Möglichkeit zu haben, sich durch einen entschiedenen Angriff gegen den vor ihm befindlichen kleinen Theil der II. deutschen Armee den weiteren Abzug zu sichern.

Erst jetzt tritt in den Anschauungen der französischen Oberleitung die verhängnißvolle Wendung ein.

Die Festung beginnt anzuziehen und festzuhalten.

Alle folgenden Maßnahmen sind durch das Bestreben beeinflußt, sich nicht von der Festung Metz abdrängen zu lassen; hierdurch wird Bazaine zu der falschen Truppenaufstellung am 16. veranlaßt, die zum größten Theil die Schuld trägt, daß er den Abzug nach Westen nicht erkämpft, hierdurch wird er, obwohl ihm auch für den 17. noch die Straßen über Etain und Briey zur Noth offen gestanden hätten, beeinflußt, den Klagen seiner Unterführer über mangelnde Munition und Verpflegung nachzugeben und „sein Heer näher an Metz heranzuführen, um in einer auf diese Festung gestützten „uneinnehmbaren" Stellung den Angriff zu erwarten. An dieser, so hoffte der Marschall, sollte sich die Kraft des bereits durch die früheren Kämpfe geschwächten deutschen Heeres derartig brechen, daß am 19. oder 20. der Marsch nach der Maas ungehindert werde vor sich gehen können."*)

*) Generalstabswerk I S. 660.

Wie er in dieser Hoffnung betrogen wurde, ist bekannt. Der Untergang Bazaines wäre mit dem Stehenbleiben am 17. August nach dem Siege der Deutschen, auf den diese zweifellos mehr rechnen zu können Grund hatten als die Franzosen, sofort besiegelt gewesen, — ohne die Festung Metz. Hatte sie ihn zu falschen Maßnahmen verleitet, zu einer Erschlaffung in seinen Handlungen, so machte sie das jetzt durch ihren positiven Schutz nach der Schlacht, an der sie nach ihrer Lage nicht thätigen Antheil nehmen konnte, quitt. Sie allein schob das völlige Niederschlagen der Rheinarmee bis zur Kapitulation auf 70 Tage hinaus.

Gewiß hat die Zeit des Stillstandes der Operationen vor Metz auch der deutschen Heeresleitung Zeit gegeben, Nachschub und Verstärkungen aus der Heimath heranzuholen. Aber thatsächlich genügten diese Mittel doch nicht, die vor Metz befindliche Armee für den übrigen Theil des Kriegstheaters entbehrlich zu machen. Nur dann, wenn dies geschehen wäre, könnte man behaupten, daß die längere Behauptung in Metz ohne Einfluß auf den Gang des Krieges gewesen wäre.

Wir entnehmen aus dem Zusammenwirken der Bazaineschen Armee mit der Festung Metz Folgendes:

1. Die Festung hat die Verfolgung der geschlagenen Armee völlig unterbunden, der Letzteren erlaubt, den Uferwechsel ohne Störung durch den Gegner auszuführen.
2. Die Festung hat den französischen Feldherrn zu falschen Begriffen über die Stärke einer vor ihr gewählten Stellung gebracht, in die sie selbst direkt in keiner Weise eine Einwirkung erlangen konnte.
3. Die keineswegs völlig kriegsbereite Festung hat der französischen Armee erlaubt, 70 Tage lang die feindliche Armee festzuhalten und so dem Lande Gelegenheit zu gewaltigen Rüstungen gegeben, deren einschneidender Einfluß auf den weiteren Gang des Krieges bei längerem Stand der Festung zu Tage getreten wäre.

Den französischen Feldherrn hat die Festung Metz somit zu passivem Handeln veranlaßt.

Hieraus und aus den bösen Folgen hiervon zieht der Verfasser der „Festung und Feldarmee" goldene Lehren:

„Wie eine Armee nicht da ist, um eine Festung zu schützen, so ist eine Festung nicht da, um eine Armee zu schützen. Die Armee

ist vielmehr eine aktive Kraft, deren Handhabung behindert wird, wenn sie sich in den passiven Schutz einer Festung begiebt, deren Werth aber wächst, wenn die Heeresleitung es versteht, die passive Kraft der Festung dem zeitweiligen Handeln der Feldarmee dienstbar zu machen." Und weiter: „Die Armee, die im Besitze der Festung ist, muß offensiv sein, weil in der Offensive die Vortheile, welche die Festung und der Fluß bieten, gleichzeitig ausgenutzt werden können."

So werden also von diesem Verfasser Vortheile dem, der im Besitze der Festung ist, bei richtiger Benutzung zugestanden. Und natürlich: wozu baute man sie denn? Die Festung trägt doch nur damit, daß sie den Ort, den sie umgiebt, unter allen Wechselfällen des Krieges mit ihren Kräften allein behauptet, zu dem Endzwecke des Krieges, der Niederschlagung des Gegners, dadurch bei, daß sie der eigenen Feldarmee das Betreten ihres Ortes jederzeit und geschützt vor dem Feinde gestattet. Die geschlagene Feldarmee würde nicht alle Mittel ausnutzen, die ihr zu Gebote stehen, wollte sie nicht den Rückzug durch die hinter ihr liegende Festung antreten. Umgekehrt wird ihr die erneute Aufnahme der Offensive, nach der sie doch streben muß, falls diese über eine große Strombarriere zu geschehen hat, doch mit der Festung entschieden leichter als ohne Festung. Eine auf die strategische Defensive hingewiesene Armee wird, um ihre Unterlegenheit doch zum schließlichen Siege zu führen, der Festungen nie entrathen können; die Feldarmee in der Defensive wird nach wie vor auf das Zusammenwirken mit der Festung zurückgreifen als auf ein wirksamstes Mittel, Ueberlegenheit sich zu verschaffen hauptsächlich dadurch, daß es den Gegner zur Theilung seiner Kräfte zwingt und so der Armee gestattet, Theile derselben in kurzer Offensive zu schlagen. Und nun wird dem, der sich dieses Mittels bedienen will, das Bild der Sphinx vorgehängt, deren Räthsel zu lösen nur dem Gottbegnadetsten gestattet sei. Was mir stets als das Wunderbarste erschienen ist, ist der Umstand, daß derselbe Verfasser, der so goldene klare Lehren über das Zusammenwirken zwischen Festung und Feldarmee aufgestellt hat, aus anderen Betrachtungen die Lehre zieht: „Der Heerführer, der an einen Fluß kommt und in ihm nur ein Bewegungshinderniß sieht, der nimmt den Fluß von seiner negativsten Seite. Glaubt er in ihm nur ein Schutzmittel gegen den Feind, so ist er allerdings schon in die positive Auffassung

getreten; in dieser steht er aber noch dicht am Nullpunkt. Derjenige allein fühlt richtig, der, am Fluß angekommen, in ihm das vollkommene Hülfsmittel für seine geistige Kraft begrüßt, um dieselbe besser als bisher ausnutzen zu können." Ein Heerführer vor Allem muß die Lichtseiten der Dinge zu sehen verstehen. — Dieser zielbewußte, ich möchte sagen, dieser fröhliche Lehrmeister des Kriegsruhms nimmt zweifelnd von der Festung Abschied, gleichsam als traute er selbst nicht seinen Lehren von der Festung und Feldarmee. Und doch sind sie bereits früher, ehe das schlechte Beispiel Metz zeigte, wie es nicht gemacht werden sollte, gezogen worden.

Es sei gestattet, in Kürze auf den Feldzug 1848 in Oberitalien einzugehen, der ein Zusammenwirken von Festung und Feldarmee zeigt, wie es solches klarer, anschaulicher und beherzigenswerther nicht geben kann.

Feldzug 1848 in Oberitalien.

Am 18. März 1848 brach in Oberitalien fast gleichzeitig aller Orten der Aufstand gegen die österreichische Herrschaft aus. Er traf die österreichischen Besatzungstruppen, etwa 65000—70000 Mann, unter ihnen ein Drittel Italiener, völlig über das ganze Land zerstreut;

vom ersten Korps, Wratislaw,
- 2 Brigaden am Tessin,
- 3 Brigaden in Mailand,
- 9 Bataillone in Cremona, Brescia, Bergamo, Parma, Modena,

vom zweiten Korps, d'Aspre,
- 1 Brigade in Venedig,
- 1 Brigade in Mantua,
- 1 Brigade in Verona,
- einzelne Bataillone in Padua, Rovigo, Vicenza, Treviso, Udine, Bassano.

Ein Reservekorps unter Nugent war bei Udine in Bildung begriffen.

Cremona, Udine, Brescia fallen sofort, da der größte Theil der Besatzung übergeht, andere Städte, wie namentlich Venedig, damit die Meeresverbindung mit Triest und die unersetzliche

Marine, fallen durch Schwäche der Behörden den Aufständischen zu. Gleichzeitig überschreitet die piemontesische Armee den Tessin. Blutenden Herzens entschließt sich der österreichische Militär-Gouverneur, der 82jährige Feldmarschall Radetzki, das gesammte Land bis zum Mincio aufzugeben, um dort im Schutze der vier Festungen Peschiera, Mantua, Verona, Legnago, den einzigen Punkten Oberitaliens, die Oesterreich nach wenigen Tagen noch sein nennen konnte, seine Armee zu sammeln. Nicht ohne blutige Denkzettel unterwegs einzelnen Städten zu ertheilen, trifft Radetzki mit den Truppen des 1. Korps am 2. April in Verona ein, wo er das bereits versammelte, wenn auch durch Desertionen sehr geschwächte 2. Korps trifft, beschäftigt mit der Verstärkung der recht mangelhaften Festungswerke. Das Wetter, die Wege waren fürchterlich, die Truppen litten viel, mußten stets zusammen bleiben und im feindlichen Lande lagern. Sie boten einen Anblick, der der völligen Auflösung gleich zu kommen schien. Eine Nachhut blieb am Mincio bei Goito stehen, eine Brigade war voraus nach Mantua geschickt, um den Platz zu behaupten. Inzwischen hatte König Karl Albert am 25. März den Tessin überschritten. Er verfügte über 10 Brigaden Infanterie zu 4 Bataillonen, 6 Regimenter Kavallerie zu 5 Eskadrons und 96 Geschütze in 3 Armeekorps: Bava, de Sonnaz, Savoyen. Am 9. April erreicht die Armee den Mincio, die österreichische Nachhut geht zurück, und Karl Albert beschließt nun, in völliger Verkennung des gesammten Kriegszweckes, zur Belagerung von Peschiera zu schreiten. Um den Oesterreichern die Verbindungslinie durch Tirol längs der Etsch zu verlegen, rückt der größte Theil der piemontesischen Armee am 30. April gegen Pastrengo zum Angriff des Plateaus von Rivoli. Die hier stehenden österreichischen zwei Brigaden gehen bald zurück, und somit ist das gesammte rechte Etschufer mit Ausnahme Peschieras und Mantuas im Besitze der Piemontesen. Am 6. Mai entschließen sie sich plötzlich zum direkten Angriff gegen die den Besitz Veronas auf dem rechten Etschufer gewährleistende Position S. Massimo—S. Lucia, in deren Centrum Radetzki seine Truppen, ca. 30 000 Mann, konzentrirt hatte, die Flügel durch schwache Abtheilungen gesichert. Die Position war unter Benutzung der zahlreichen natürlichen Terrainbedeckungen feldmäßig verstärkt worden; die permanenten Anlagen beschränkten sich auf diesem Ufer auf einen schwachen Wall.

Der muthig, aber ohne Einsicht geführte Angriff der Piemontesen wird blutig abgeschlagen; sie gehen in die Position Pastrengo—Sona—Somma Campagna zurück, wo sie zur Deckung der inzwischen weiter geführten Belagerung von Peschiera stehen bleiben. Radetzki hatte seine Hauptverstärkung, die ihm Nugent zuführen sollte, noch nicht erhalten. Ohne diese, und damals auch noch abgeschnitten von der gesicherten rückwärtigen Verbindung mit dem Heimathlande durch Friaul, einer Armee, die allmälig auf 80 000 Mann anwuchs, gegenüber, glaubte er noch nichts unternehmen zu können, umsomehr, da er der 60 000 Einwohner zählenden Stadt Verona keineswegs sicher war. Die Zeit wurde zu Verstärkungsarbeiten der Position von S. Lucia und Schaffung einer kleinen Flottille auf dem Gardasee, um neue Verpflegungswege zu schaffen, verwendet.

Inzwischen hatte Nugent mit ca. 10 000 Mann Udine unterworfen. Ihm gegenüber stehen Anfang Mai General Durando mit den Truppen von Parma, Modena, Rom, etwa 8000 Mann, an der oberen Piave, La Marmora ungefähr ebenso stark an der unteren Piave, Ferrari mit 10 000 Mann in Treviso. Ein anderes gemischtes Korps schließlich beobachtete von Ostiglia her Mantua. Nach manchen Hin- und Hermärschen und Kämpfen auf die im Einzelnen nicht eingegangen werden kann, und als deren Ergebniß sich die völlige Auflösung des Korps Ferrari ergiebt, gelingt es dem Nachfolger Nugents, Thurn, am 25. Mai in Verona einzutreffen, nachdem ein Versuch, Vicenza zu erobern, an der Thätigkeit Durandos gescheitert war.

Am 26. Mai theilt Radetzki, der nunmehr etwa 45 000 Mann versammelt hat, neu ein:

1. Korps	Wratislaw	15	Bataillone,	8	Eskadrons,	36	Geschütze,
2. "	d'Aspre	17	"	8	"	36	"
Reservekorps	Wocher	11	"	28	"	79	"

und beschließt, nunmehr zur Offensive vorzugehen.

Am 27. Abends 8½ Uhr marschirt er in drei Kolonnen ab:

1. Kolonne — 1. Korps — über Tomba—Vigasio—Trevenzuolo—Castelbelforte—Casa Bossia—Boschetto—Mantua, wo sie um 2½ Uhr Nachmittags des 28. eintrifft; eine Seitenkolonne war noch mehr rechts marschirt. Fünf Meilen.

2. Kolonne — 2. Korps und zwei Infanterie-Brigaden des Reservekorps nebst Brückentrain und Artilleriereserve — über Isola – Torre – Erbe – Sorga – Castellaro – Mantua, traf am 28. um 7 Uhr Abends ein. Sechs Meilen.
3. Kolonne — Reservekavallerie — über Tombetta – Pozzo – Bovolone – Nogara – Mantua, sieben Meilen, traf in der Nacht zum 29 ein.

Eine Brigade des Reservekorps war in der Nacht zum 28. in dem Glacis von Verona im Biwak verblieben, folgte dann der 2. Kolonne und erreichte Mantua in der Nacht zum 29. Eine schwache Abtheilung, zur Besatzung von Verona gehörig, sollte am 28. gegen Garda und Bardolino vorgehen.

Am 29. greift Radetzki, verstärkt durch die Garnison von Mantua, die Linien von Curtatone an, wirft die dortigen Truppen völlig über den Haufen und steht am Abend

1. Korps bei Rivalta und Grossetti,
2. = = Ospideletto, Gabbiana, Panicella,
Reservekorps = le Grazie, eine Brigade in Mantua.

Die Piemontesen erfahren am 28. den Abmarsch Radetzkis. Es gelingt General Bava, bis zum Nachmittage des 30. von Custozza her bei Goito zwei Divisionen Infanterie, vier Regimenter Kavallerie zu versammeln. An demselben Tage geht Radetzki in zwei Kolonnen gegen Goito und Ceresara vor. Das rechte Korps trifft mit Bava zusammen, ist aber zu schwach, um Erfolge zu erringen, das linke Korps zu weit entfernt, um eingreifen zu können. Am Abend steht das 1. Korps bei Sacca, das Reservekorps bei Rivalta, das 2. bei Ceresara. Furchtbare Regengüsse machen die Fortsetzung der Operationen unmöglich, die nun bis zum 3. Juni Stillstand erfahren. Am 30. Mai fiel Peschiera durch Hunger; gleichzeitig kam die Nachricht von dem blutigen Aufstande in Wien vom 26. Mai. Hiermit schwand die Aussicht auf baldige Verstärkungen, andererseits wuchs die Nothwendigkeit für den Feldmarschall, die einzige Kerntruppe, die dem Reiche blieb, diesem zu erhalten. So entscheidet er sich zum Rückzuge, der in der Nacht vom 3. zum 4. Juni angetreten wird, um gleichzeitig hiermit eine glänzende Offensive auf Vicenza zur Oeffnung der rückwärtigen Verbindungen, die immer noch durch Durando verschlossen waren, einzuleiten. Es rückt also:

das 1. Korps über Mantua, wo Brigade Benedek bleibt, Caſtelbelforte, Erbe, Bovolone, bei Legnago über die Etſch bis Bevilacqua, 11 Meilen, wo es im Laufe des 6. Juni eintrifft;

das 2. Korps über Stradella — Sanguinetto — Montagnana, wo es ebenfalls am 6. eintrifft.

das Reſervekorps über Montanara, Mantua, nun in zwei Kolonnen nach Verona, wo es am 7. eintrifft, um die Beſatzungsbrigade Culoz abzulöſen, die am 8. zur Mitwirkung gegen Vicenza nach St. Bonifacio rückt.

Das 1. und 2. Korps haben am 7. geruht, rücken am 8. und 9. über Ubaldo und Barbarano nach Longare und Torre di Quarterolo, während Brigade Culoz Montebello erreicht. Am 10. findet der gemeinſame Angriff auf Vicenza ſtatt. Von allen Seiten eingeſchloſſen, bietet Durando eine Konvention an, in die Radetzki willigt. Das Korps geht auf das rechte Po-Ufer zurück und darf vor Ablauf dreier Monate nicht mehr gegen Oeſterreich kämpfen. Die Brigade Culoz marſchirt vom Schlachtfelde zurück nach Verona, wo ſie in der Nacht vom 12. zum 13. eintrifft; ſechs Meilen. Das 1. Korps folgt am 12. und trifft am 13. Mittags ein. Das 2. Korps bleibt vorläufig bei Vicenza, es entſendet eine Brigade über Schio nach Roveredo, wo dieſelbe mit dem neu gebildeten 3. Korps zuſammentrifft.

Die Piemonteſen hatten ſich in dieſer ganzen Zeit damit begnügt, ein ſchwaches Streifdetachement der Oeſterreicher vom Plateau von Rivoli zu vertreiben. Am 13. endlich ergreifen ſie die Offenſive, und während die Hauptkräfte gegen Verona vorrücken, um hiergegen einen Handſtreich zu verſuchen, rückt der andere Theil der Armee mit Brückenmaterial von Villafranca nach Albaredo. Auf dem Glacis von Verona kochte ſoeben das eingetroffene 1. Korps ab, der Feldmarſchall war bei ihm, die Brigade Culoz ſchlief von den Strapazen des Nachtmarſches. Das 1. Korps tritt trotz der Ermüdung ſofort an und beſetzt die bekannte Stellung S. Lucia. Die Piemonteſen ſtehen vom Angriff ab und gehen auf Peschiera zurück.

Hatte einerſeits das Gefecht bei Goito am 30. Mai dem Feldmarſchall gezeigt, daß er noch nicht über überlegene Kräfte verfügte, ſo wieſen ihn auch die wirren Verhältniſſe der Heimath

nach wie vor darauf hin, nichts zu wagen und aufs Spiel zu setzen. Trotzdem sich die Feldtüchtigkeit seiner Armee aufs Glänzendste bewährt hatte, beschloß er, noch weiter in der Defensive zu beharren. Der Entschluß wurde ihm erleichtert dadurch, daß er nun völlig Herr seiner rückwärtigen Verbindungen und unangefochten im Besitze Legnagos und Mantuas, abgesehen von Verona, war. Den Piemontesen blieb die Aufgabe, die österreichische Armee zur Schlacht zu zwingen. Um etwas zu thun, treffen sie vom 13. Juli ab Anstalten zur Belagernng von Mantua. Sie stellen das 2. Korps (de Sonnaz) mit der neu formirten 2. Reserve-Division in der Linie Rivoli—S. Giustina—Sona—Somma—Campagna—Villafranca auf. Die Division Ferrere des 1. Korps und die neu gebildete lombardische Division Perrone blockiren Mantua auf dem rechten Mincio-Ufer, auf dem linken Ufer steht das Gros der Armee unter Bava (Division d'Arvillars des 1. Korps und Reserve-Division Herzog v. Savoyen) theils zur Einschließung, theils gegen Entsatzversuche.

Auf Seiten der Oesterreicher sollten Anfang Juli drei Brigaden des 2. Reservekorps, das die abgefallenen Städte Friauls wieder unterworfen hatte, zur Armee stoßen. Als Bestimmung war ihnen Mantua angegeben; die durch sie verstärkte Garnison sollte durch kräftige Ausfälle die Aufmerksamkeit von Verona abziehen, um so der geplanten Offensive vorzuarbeiten. Zwei Brigaden erreichten ihre Bestimmung; der dritten, die auf dem Vormarsche die Citadelle von Ferrara zu entsetzen hatte, legte sich General Bava mit 6000 Mann bei Governolo in den Weg, wo sie vom 18. Juli an festgehalten war.

Radetzki kannte die Zerstückelung des Gegners; so beschließt er, diese in noch höherem Maße herbeizuführen und dessen Linie zu durchbrechen. Das Korps Thurn, 6000 bis 8000 Mann, hat daher am 22. Rivoli anzugreifen, während das 2. (18000 Mann) und 1. Korps (18000 Mann) in der Nacht vom 22. zum 23. hinter dem Abfall von S. Lucia—S. Massimo sich zu sammeln und um 1 Uhr Nachts gegen S. Giustina, Sona und Somma Campagna vorzugehen haben. Die Reserve, 12000 Mann, folgt in der Mitte. Thurn gewinnt zwar das Plateau von Rivoli, bringt aber, da Sonnaz mit starken Kräften von Peschiera her anrückt, nicht vor. Sonnaz, das Manöver Radetzkis durchschauend, macht sofort kehrt und erreicht in der Nacht zum 23.

Peschiera; Thurn erfährt nichts davon, rückt indessen am Mittag des 23. wieder vor und gelangt am 24. — 24 Stunden später, als er sollte — nach Castelnovo. Radetzki hat sich indessen bis 9 Uhr Vormittags des 23. der gefürchteten Stellung S. Giustina—Somma Campagna verhältnißmäßig leichten Kaufes bemächtigt, der Feind ist auf der Flucht gegen Peschiera und Valleggio.

Am Abend des 24. steht das 1. Korps mit zwei Brigaden bei Monzambano, Rest Monte Vento, das 2. bei Castelnovo und Cavalcaselle, das Reservekorps bei Salionze, mit zwei Brigaden auch auf dem rechten Ufer des Mincio. Die vor Governolo festgehaltene Brigade Simbschen sollte am 24. über Isola nach Somma Campagna rücken. In der Annahme, daß durch die Niederlage am 23. bei Giustina die Piemontesen sich veranlaßt sehen würden, die Belagerung Mantuas aufzugeben und das linke Mincio-Ufer zu räumen, erhält die Brigade den Befehl, direkt nach Custozza zu marschiren. Auf dem Marsche dorthin in langgezogener Kolonne begriffen, wurde sie am 24. plötzlich von starken Kräften von Villafranca her angegriffen und völlig aufgelöst. Ihr linker Flügel flüchtet nach Verona, deren Kommandant sofort eine Besatzungsbrigade als Ersatz für sie nach Somma Campagna schickt. Die Piemontesen hatten am 24. Mittags bei Villafranca vier Brigaden versammelt und mit diesen die obige Brigade geworfen. König Karl Albert beschließt nunmehr, nachdem er die Nachricht erhalten, daß Sonnaz nach Peschiera zurück ist, aber ohne zu wissen, daß österreichische Truppen bereits das rechte Mincio-Ufer besetzt haben, alle Truppen heranzuziehen und am 25. den Angriff gegen Custozza und Somma Campagna fortzusetzen. Auf die Nachricht von dem Unfalle der Brigade Simbschen läßt Radetzki sein 2. Korps am 25. nach Somma Campagna und Custozza rücken. Unterwegs stößt die Besatzungsbrigade aus Verona zu ihm. Auf dem Marsche stoßen die Armeen aufeinander, die Piemontesen greifen einzeln an und werden völlig geschlagen. Obwohl von 12 österreichischen Brigaden nur vier gefochten hatten, unterbleibt eine Verfolgung, vermuthlich infolge der Erschöpfung der Truppen. Von einem Eingreifen des Generals de Sonnaz konnte bei der starken Besatzung Valleggios durch die Oesterreicher nicht die Rede sein. Von den Letzteren stehen am Abend des 25. das 1. Korps bei Valleggio, 2. bei Custozza, Reserve bei

Guastalla. Am 26. rücken das 1. Korps und Reserve nach Pozzolo, das 2. nach Volta, das Sonnaz geräumt hat.

Die Piemontesen treten Mitternacht des 25./26. den Rückmarsch nach dem rechten Ufer über Goito an, wo sie Sonnaz bereits antreffen, den sie in der Vertheidigung Voltas begriffen glaubten. Wiederholte Versuche, sich in den Besitz Voltas zu setzen, enden den 27. mit der völligen Auflösung des Heeres in Goito, während die österreichische Armee versammelt in Volta steht. Nachdem Waffenstillstandsanträge abgelehnt worden, floh die piemontesische Armee über Canneto, Cremona, Mailand. In stetem Siegeszuge folgte die österreichische Armee, bis ihm der Waffenstillstand in Mailand ein Ende machte.

In glänzender Weise sind in diesem Feldzuge die schweren Aufgaben der strategischen Defensive gelöst, und zwar in gleich glänzender Weise alle ihre einzelnen Stadien: Das schleunige Zurückziehen der zersplitterten Kräfte weit zurück aus der Einwirkungssphäre des Gegners, das Sammeln der Kräfte in durch Festungen gesicherter Stellung, die Aufnahme des Angriffs in befestigter Stellung, das Vorbrechen aus dieser heraus zu zweimaliger kurzer energischer Offensive gegen entgegengesetzt stehende Theile der feindlichen Armee unter Offenhaltung der Rückzugslinie durch die Festungen und Mitverwendung der Festungsbesatzungen am Kampfe, Aufnehmen der allgemeinen Offensive, nachdem die rückwärtigen Verbindungen gesichert, bis zum völligen Niederschlagen des Gegners.

Und in derselben sicheren, mustergültigen Weise löste das Räthsel der Festungsbenutzung auf den gleichen, von so vielem Blute getränkten Feldern 18 Jahre später Erzherzog Albrecht am 24. Juni mit der Schlacht bei Custozza. Es sei gestattet, in gedrängter Kürze auch auf diese Schlacht einzugehen, deren wenn auch hoch interessanter taktischer Verlauf ja uns bei der vorliegenden Frage wenig beschäftigt.

Da die Entscheidung des Feldzuges 1866 für Oesterreich im Norden, Preußen gegenüber, lag, so hatte es für den südlichen Kriegsschauplatz, Italien gegenüber, nur schwache Kräfte zur Verfügung. Erzherzog Albrecht hatte mit drei Armeekorps, die er auf Kosten der Festungsbesatzungen im Ganzen auf etwa 70000 Mann brachte, den Besitz von Oberitalien zu behaupten. Ihm gegenüber versammelte König Viktor Emanuel zum Angriff die

Hauptarmee, drei Korps und eine Kavallerie-Division, etwa 130000 Mann stark, Ende Mai am Oglio; eine Nebenarmee unter Cialdini, etwa 75000 Mann, zwischen Bologna und Ferrara. 30000 Mann Freischaaren unter Garibaldi sollten von Brescia aus in Süd-Tirol eindringen.

Als über diese Theilung der feindlichen Armee im österreichischen Hauptquartier kein Zweifel herrschte, versammelte Erzherzog Albrecht vom 14. Juni ab seine Truppen bei Verona, Montagnana und Lonigo. So verblieb die Armee bis zum 21. Juni.

Die italienische Armee stand um diese Zeit, Hauptarmee:

1. Korps, Calcinato, Lonato,
2. = Rivarolo, Bozzolo,
3. = Asola, Castelnovo,
Kavallerie: Medole, Ghedi, Castelnovo,
Cialdini: Ferrara, Bologna, Imola,
Garibaldi: Bocca d'Anfo.

Bei der Aufstellung der feindlichen Kräfte und den obwaltenden Terrainverhältnissen, die die Gangbarkeit des südwestlichen, zwischen Mantua und der Minciomündung liegenden, und des südöstlichen Theiles der venetianischen Tiefebene als eines theilweise sumpfigen, leicht zu überschwemmenden Landes auf die wenigen vorhandenen Straßen beschränkten, war es wahrscheinlich, daß der Hauptangriff von Westen stattfinden werde. Somit wählte der Erzherzog Albrecht mit Recht Verona als Ausgangspunkt seiner Operationen. Das südlich der Straße Verona—Peschiera liegende Höhenterrain zu beiden Seiten des Tione war ebenso zur Vertheidigung wie zu überraschendem Angriff auf einen die Ebene gegen die Etsch zu durchschreitenden Gegner geeignet, andererseits aber isolirte seine Besitznahme durch die Italiener am besten die Festungen und beschränkte die Oesterreicher in ihren Bewegungen.

Um allen Kombinationen zwischen den getrennten feindlichen Heereskörpern zuvorzukommen, entschloß sich der Erzherzog, den östlichen Theil Venetiens aufzugeben und mit seinem Heere die italienische Hauptarmee anzugreifen, sei es zwischen Etsch und Mincio, falls sie diesen letzteren Fluß überschritt, oder, bei Peschiera über den Mincio gehend, in der Lombardei.

Demgemäß steht am 23. Juni
das 5. Korps bei Chievo,
= 7. = = S. Massimo,
= 9. = = S. Lucia,
Reserve-Division bei Pastrengo,
Kriegsbrücken bei Pastrengo, Parona.

Noch am Abend wurde eine Vorwärtsschwenkung in die Linie Sandra, S. Giustina, Vortruppen in Olioſi und Sona, vorgenommen, da um Mittag bereits die erwünschte Nachricht von dem Uebergange der italienischen Armee über den Mincio eingegangen war. Von dieser stand bereits um 3 Uhr Nachmittags der größere Theil am linken Ufer: 1. Korps, Valeggio, 3. in Volta (noch rechtes Ufer), 2. mit zwei Divisionen bei Castelluchio, mit zwei vor Mantua. Für den 24. beschloß die italienische Oberleitung in der Annahme, die österreichische Armee befinde sich noch am linken Etsch-Ufer, die Armee einerseits im Hügellande zwischen Peschiera, Verona, Valleggio, andererseits in der Ebene von Villafranca zu versammeln. Erzherzog Albrecht befiehlt ohne Zögern für den Morgen des 24. — 3 Uhr früh — den Angriff gegen Süden unter zunächstigem Festhalten von Somma Campagna als Schwenkpunkt. Die Bewegungen führen zur Schlacht von Custozza, an der auch ein Theil der Besatzung Peschieras thätigen Antheil nimmt und in der das Geschützfeuer dieser Festung eine italienische Division zwingt, ihren nördlichsten Uebergangspunkt bei Monzambano anstatt bei Salionze zu suchen. Die Schlacht endet mit der völligen Niederlage der italienischen Hauptarmee, die zuerst über den Mincio, dann am 26. über den Oglio zurückweicht. Mit einem Schlage hatte Erzherzog Albrecht den Gegner abgethan. Im sicheren Gefühl für die große Unterstützung, die ihm die Festungen gewährten, einmal direkt, da sie seinen Rückzug völlig sicher stellten, dann indirekt, da sie den Gegner zur Theilung gebracht hatten, hat er diese durch die energischste, kräftigste Offensive ausgenutzt und gegen die große Ueberlegenheit den glänzendsten Sieg erfochten.

Wir sehen in beiden Fällen, 1848 sowohl wie 1866, das umgekehrte Verfahren von 1870 auf französischer Seite bei Metz; hier Unthätigkeit und Zaudern, dort Thätigkeit und Handeln, hier passive, dort aktive Defensive. Alle die Forderungen, die wir oben ausgesprochen haben, sehen wir hier in glänzender Weise erfüllt.

In der That, beide österreichische Feldherren sahen in den Festungen der Mincio- und Etschlinie nicht nur das Schutzmittel, das ihnen diese Linien zu behaupten gestattete, nein, sie fühlten richtig und begrüßten in ihnen das vollkommene Hülfsmittel für ihre geistige Kraft, um diese besser als bisher ausnutzen zu können.

Jedenfalls können wir in dem Verhalten Radetzkis und des Erzherzogs Albrecht eine Lösung des Sphinxräthsels sehen, und diese Lösung wird uns mit größerer Zuversicht auf ein Zusammenwirken von Festung und Feldarmee erfüllen, das — dies sei nochmals hervorgehoben — zum Mindesten in der auf großen Flußbarrieren basirten Defensive immer das beste Hülfsmittel bleiben wird, die fehlende Ueberlegenheit wiederzugewinnen. Es sei hier nur auf ein Beispiel hingewiesen, das ja, wie wir Alle überzeugt sind, nie ausgekämpft werden wird, aber auf das hin doch immerhin unsere Festungen gebaut sind, nämlich das, daß die deutschen Armeen in einem Feldzuge gegen Westen unterliegen. Bei der Mächtigkeit des Rheinstromes wird der Rückzug naturgemäß auf die bestehenden Uebergänge angewiesen werden, also auf den Durchzug durch die Festungen. Der jedenfalls damit erreichte Zeitgewinn wird genügen, in Ruhe Halt machen und an die Vertheidigung der Stromlinie denken zu können, die wirksam nur mit Benutzung der Festungen durchführbar ist, da der Strom am besten auf dem feindwärts gekehrten Ufer vertheidigt wird! Des weiteren aber läßt uns eine auf den Vorgängen der Feldzüge in Oberitalien beruhende Betrachtung des Zusammenwirkens von Festung und Feldarmee den Einfluß in erhöhter Weise hervortreten, den die gegenwärtige Befestigung der französischen Ostgrenze in einem künftigen Kriege spielen wird.

Zunächst einen Blick auf die Gestaltung der Befestigung selbst.

Auf dem rechten Flügel sind die Trouée de Belfort durch die Befestigungen Belforts, die Vogesenpässe durch die Sperrforts der oberen Mosel: Giromagny, Ballon de Servance, Château Lambert, Rupt, Remiremont, Arches, geschlossen. Den linken Flügel dieser Stellung bilden die Befestigungen Epinals, dessen südliche Werke ihr Feuer mit dem des Forts Arches kreuzen. Der Fortgürtel Epinals hat einen Umfang von etwa 50 km. Nun kommt eine von Befestigungen freie Linie längs der Mosel von 47 km Länge (gemessen vom Fort Dogneville Epinals bis Fort Pont St. Vincent, das sein Feuer mit den Werken Touls kreuzt). Mit den Be-

festigungen Touls, die einen Umfang von 50 km einnehmen, stehen in engem Zusammenhange die des Plateaus von la Haye (Fort Frouard) und die bei Nancy liegenden Batterien Amance und Malzéville. Die nordwestlichen Werke Touls übermitteln den Uebergang von der Mosel zur Maas, auf deren rechtem Ufer die hauptsächlichsten durch die Côtes de la Meuse führenden Straßen gesperrt sind durch die Forts: Jouy — sous les côtes, Gironville, Liouville, Camp des Romains, Paroches (am linken Ufer gelegen), Troyon, Génicourt, an das sich unmittelbar die Werke Verduns schließen, die in einem Bogen von 40 km Umfang die alte Festung umgeben. Ganz isolirt vorgeschoben liegt 14 km östlich Lunéville Sperrfort Manonviller an der Bahn Straßburg—Nancy. Unterhalb Verdun bleibt die Maaslinie wieder frei von Befestigungen bis zur Höhe von dem sperrfortartigen Montmédy in einer Länge von etwa 32 km. Hinter der Befestigungslinie läuft fast parallel mit ihr die zweigeleisige Bahn Sedan—Verdun—Lérouville—Toul—Mirecourt—Epinal. Die von Osten nach Westen führenden Bahnlinien sind sämmtlich durch die Festungen gesperrt. Metz—Paris durch Verdun, Straßburg—Paris im wesentlichen durch Toul, Luneville—Nancy—Mirecourt—Neufchâteau durch Manonviller, die Befestigungen bei Nancy und Port St. Vincent, Lunéville—Bayon—Epinal—Neufchâteau durch Epinal. Zum Vormarsch offen stehen in den Lücken zwischen Epinal und Toul einerseits, Verdun—Montmedy andererseits nur die Straßen Lunéville—Bayon, abhängig vom Fall bezw. Niederhaltung des Forts Manonviller und Rambervillers—Charmes, 10 km von den Forts Epinals entfernt, andererseits die auf Consienvoye und Dun hin führenden Wege.

Schon dieser kurze Blick auf die Sachlage weist auf die Nothwendigkeit hin, sich in den Besitz einer der Festungen zu setzen, wenn überhaupt ein Vorschreiten der deutschen Armeen in westlicher Richtung hin möglich sein soll, um wenigstens eine durchgehende feste Bahnlinie zu erhalten.

Ich muß den nachfolgenden Betrachtungen die Behauptung vorausschicken, daß eine Besitznahme eines Sperrforts oder eines Forts der Festungen und damit vielleicht der Beginn der Besitznahme der Festung nur nach sorgfältig vorbereiteten Maßnahmen unter Aufbietung großer überlegener Artilleriemassen möglich ist, daß von einer Einnahme eines dieser Werke kurzer Hand bei

dem gegenwärtigen Stande ihres Ausbaues und ihrer Anlage nicht die Rede sein kann.

Unter diesen Umständen erscheint die Führung einer Defensive seitens der Franzosen, sei es nun, daß sie sich von vornherein zuerst auf eine solche beschränken, sei es, daß sie durch die ersten Schlachten auf eine solche angewiesen werden, außerordentlich begünstigt und zwar um so mehr, je mehr sie die Führung der Defensive in Radetzkischem Sinne, nicht im Bazaineschen auffassen. Die Annahme erscheint zulässig, daß eine Offensive der deutschen Armeen gegen den Grenzabschnitt südlich Epinal ausgeschlossen ist; hier sind die rückwärtigen Verbindungen zu ungünstige. Die gerade Richtung auf Paris führt durch den nördlichen Abschnitt Epinal—Toul—Verdun. Die Befestigungen in diesem Abschnitte entziehen zweifellos der französischen Feldarmee einen beträchtlichen Theil. Rechnen wir für Epinal, Verdun, Toul ganz überschläglich je 30000 Mann, für jedes Sperrfort rund 800 Mann, so erhalten wir im Ganzen 128000 Mann. Doch wird bei der Nähe der Festungen aneinander wenigstens die Besatzung einer Festung immer bereit sein, die Belagerung einer anderen durch Stöße gegen die Verbindungen zu stören und somit als ein Abgang von der operirenden Armee nicht zu betrachten sein.

Schon oben ist darauf hingewiesen, daß die deutsche Armee, um sich ihre rückwärtigen Verbindungen zu sichern, an einem Punkt „fest anbeißen" wird, um ihn möglichst bald zu nehmen, sei dies nun Epinal, Toul oder Verdun; die übrigen Theile suchen nördlich Verdun, oder zwischen Verdun und Toul, oder zwischen Toul und Epinal weiter vorzustoßen. Das Vorgehen gegen Toul führt nur über Nancy und das Plateau von Haye. Hier sowohl, wie beim Vorgehen gegen die Sperrfortlinie werden Theile der französischen Armee in der Linie der permanenten Befestigungen, in innigem Zusammenwirken mit deren schweren Geschützen und unterstützt von ihren beweglichen Artillerieparks, in Feldpositionen angetroffen werden. Wahrlich nicht leicht werden diese Positionsschlachten werden, in denen zum ersten Male die Fußartillerie ebenbürtig als Feldtruppe der Feldartillerie helfen soll, die Einbruchsstellen vorzuzeichnen. Und diesen Operationen Deutschlands gegenüber können französische Armeen aus dem Riesenthore Toul—Nancy oder Verdun, sei es nach Norden oder Süden, gegen die Flanken der im Kampfe um die Sperrfortlinie oder um die Erzwingung

des Durchmarsches durch die Lücke nördlich Verdun oder Toul—Epinal befindlichen Armee ausfallen, oder können, sei es hinter Verdun oder Toul, gesammelt werden, bereit, gegen die Flanken der im Uebergange über die Maas oder Mosel befindlichen Armee vorzustoßen.

Gerade das Beispiel Bazaines wird die künftigen französischen Heerführer davon abhalten, in den enormen Befestigungen — deren Ueberwältigung, je mehr man sich in die Einzelheiten vertieft, schier unmöglich erscheint, und die in Verbindung mit den angehäuften unerschöpflichen Vorräthen an Munition und Verpflegung einen dauernden Schutz verheißen könnten — ihren passiven Schutz in unthätiger Defensive auszunutzen. Sie haben es in der Hand, unter dem Schilde hervorzustoßen, bis sie sich stark genug fühlen, ihn fortzuwerfen und zum entscheidenden Schlage auszuholen.

Unzweifelhaft wird die deutsche Armee bemüht sein, dem Gegner einen Theil der Stützen, auf die er sich bei seiner Defensive lehnt, zu entreißen. Und während wir in einzelnen Erzeugnissen der neueren Militärliteratur theoretisch immer mehr den Werth und die Bedeutung fester Plätze angezweifelt sehen und zwar gerade in ihrer Beziehung zur Feldarmee, werden wir in praxi ein derartiges Hervortreten der Festungen in den Vordergrund der Operationen der Feldarmee sehen, wie es die Kriegsgeschichte bis dahin noch nicht gekannt hat. Der Angreifer kann nur wünschen, daß der Vertheidiger am Nullpunkt der Auffassung steht, in seinen Befestigungen nur ein Schutzmittel gegen den Feind zu sehen. Vorbereitet aber muß er sein, daß sein unterlegener Gegner in ihnen das vollkommene Hülfsmittel für seine geistige Kraft begrüßt, um dieselbe besser als bisher ausnutzen zu können.

Literatur.

6.

Statik und Festigkeitslehre in ihrer Anwendung auf Baukonstruktionen. Analytisch und graphisch behandelt von E. Clauſſen, Königl. Regierungsbaumeiſter. Berlin 1893. Robert Oppenheim (Guſt. Schmidt). Preis: broſchirt M. 7,50, gebunden M. 8,50.

Der Titel ſagt deutlich, was hier geboten wird, und daß es der Ingenieuroffizier oder auch der Pionieroffizier im Felde bei Augenblicksbauten ſehr gut wird brauchen können. Der Verfaſſer verwirft die moderne Populariſirungswuth, die es womöglich jedem Zimmergeſellen, der die vier Spezies gelernt hat, ermöglichen ſoll, ſtatiſche Berechnungen auszuführen.

Alſo ohne die Anfangsgründe der höheren Mathematik geht es nicht!

Die Eintheilung des Stoffes iſt durchaus methodiſch, der Vortrag klar; eine ſehr reichliche Ausſtattung mit Figuren (285) im Text, ſehr gutes Papier, deutlicher Druck, insbeſondere vorzüglicher mathematiſcher Satz erleichtern das Leſen und Verſtehen.

Jedem neuen Satze iſt ein Beiſpiel angehängt. Dadurch, daß die Beiſpiele in Kurſivſchrift geſetzt ſind, fallen ſie ſo deutlich ins Auge, daß der Leſer — je nach ſeinem Bedürfniſſe — ſie überſchlagen oder aufſuchen kann.

In der Technik kommen viele abſtrakte Begriffe vor, welche dem Anfänger zwar Schwierigkeiten bereiten, deren Verſtändniß aber doch unbedingt nothwendig iſt. Durch das dem Techniker ſo geläufige Mittel der zeichneriſchen Darſtellung (Beanſpruchung der Träger, Momentenkurven und Momentenflächen, Vertikalkraftkurven und Flächen ꝛc.), alſo durch bildliche Anſchauung, iſt

das Wortverständniß ungemein erleichtert worden. Die zusammengehörigen Darstellungen stehen unmittelbar untereinander, so daß sich deren Zusammenhang dem Leser leicht einprägen wird.

Die Graphostatik ist neben der analytischen Methode voll zur Geltung gekommen. Die Behandlung der Futtermauern und Gewölbe ist fast ausschließlich graphisch, da die analytische Methode hier nur noch verhältnißmäßig selten angewendet wird.

Das Buch ist zufolge seiner guten Anordnung und eines ausführlichen Inhaltsverzeichnisses ein bequemes Nachschlagebuch für den, der schon Bescheid weiß; zufolge seiner logischen Anordnung und des schrittweisen Vorgehens aber auch ein Lehrbuch für den, der erst Bescheid sucht; vor dem Zeichen $\int$ darf er sich aber allerdings nicht fürchten.

7.

Geschichte des Krieges von 1866. Nebst einem Vorbericht: Die deutsche Frage in den 50er Jahren. Von Otto Kanngießer. Erster Band. Basel 1892. Verlag der Schweizer Verlagsdruckerei.

Der zu besprechende erste Band reicht nur bis zur Abreise der Könige von Sachsen und Hannover aus ihren Residenzen, nachdem auf ihre Ablehnung hin Preußen auch ihnen den Krieg erklärt hatte und sie auf die Sicherstellung ihrer Person bedacht sein mußten. Also keine militärische Geschichte des Krieges, nur seine politisch-diplomatische Vorgeschichte.

Der Geschichtschreiber soll objektiv sein. Das ist selbstverständlich und ebenso schwer wie selbstverständlich; um so schwerer, je näher die zu schildernde Periode der Zeit des Schreibenden liegt. Jeder kann nur mit seinen Augen sehen und nur nach seiner Moral urtheilen. Das redlichste Bestreben, auch dem Gegner gerecht zu werden, kann es nicht ändern, daß es eben dem Gegner gilt; Schilderungen von Personen und Ereignissen gewinnen ihr Kolorit, je nachdem sie dem Schildernden sympathisch oder unsympathisch sind.

Der Verfasser ist wohl nicht eigentlich Historiker von Fach; er ist Publizist, Tagesschriftsteller. In einer Besprechung der in Rede stehenden Arbeit fand Referent ihn „eine hervorragende publizistische Kraft" genannt. Er selbst erwähnt beiläufig seiner „fast dreißigjährigen publizistischen Thätigkeit". Dieselbe scheint vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich, der „Neuen Frankfurter Zeitung" gewidmet gewesen zu sein. Sie mag also im Anfange der 60er Jahre begonnen haben; den Inhalt seines wichtigen Vorberichtes: „Die deutsche Frage in den 50er Jahren" hat er also wohl noch nicht als Urtheilsfähiger mit erlebt; das Jahrzehnt nach 48 ist für ihn Vergangenheit.

Wir überlassen es dem Leser, ob er sich seiner Führung anvertrauen will, indem wir ihn mit folgendem Citat vorstellen:

„Der „Völkerfrühling" des Jahres 1848 würde dem deutschem Volke die Erfüllung seiner Wünsche, seiner höchsten nationalen Bestrebungen gebracht haben, wenn man es verstanden hätte, den Augenblick zu benutzen. Im deutschen Parlamente von 1848 überwog unglücklicherweise der philosophische Geist, der den Deutschen von jeher eigen war, über den Trieb zur raschen, erlösenden That. Anstatt das Gebäude deutscher Einheit zu schaffen und den inneren Ausbau der Zeit und der natürlichen Entwickelung zu überlassen, beschäftigte man sich fast ein Jahr lang mit der Festsetzung der „Deutschen Grundrechte", bis der Fürstenabsolutismus ringsum wieder in den Besitz der Macht gelangt war und eine rachsüchtige, blinde, fanatische Reaktion ihr blutiges Werk beginnen konnte."

Nach diesem Citat könnte der Leser den Verfasser aber vielleicht doch zu sehr auf der äußersten Linken vermuthen, und darum sei noch ein zweiter Satz hinzugefügt:

„Es existirt bis jetzt keine zugleich allgemein verständliche und erschöpfende, vor Allem auch unparteiische und nach Möglichkeit vollkommen wahrheitsgetreue Darstellung der großen Ereignisse, welche die Grundlage der heutigen Einheit und politischen Verfassung boten." . . . „Ein Zeitraum von 25 Jahren hat die Leidenschaften abgekühlt, die Vorurtheile beseitigt, welche sich naturgemäß an den „Bruderkrieg" von 1866 hefteten."

Und nun noch ein fremdes Urtheil: „Der Prolog, die deutsche Frage in den 50er Jahren, fesselt den Leser, und er kommt zu der Schlußfolgerung: „Was kommen mußte, kam." Wohl von keinem deutschen Schriftsteller vorher und in keinem

Werke, das dieselben Ereignisse behandelt, ist die schlechthin gebietende Nothwendigkeit jenes Bruderkrieges so klar vor Augen geführt, wie in diesem. Vieles, was bis jetzt noch nicht an die Oeffentlichkeit kam, ist ihr übergeben, Anderes, das falsch oder verschroben dargestellt wurde, ins richtige Licht gestellt. Die „Aera Bismarck" hat Kanngießer einer scharfen Prüfung unterzogen und dabei weder eine schwarze noch eine rosige Brille aufgesetzt, sondern mit klaren, scharfen Journalistenaugen die Dinge betrachtet, und er ist mit Worten, von denen keines daneben fällt, der Aera Bismarck gerecht geworden."

Fleißige und umsichtige Quellenbenutzung ist anzuerkennen; wir nennen die wichtigsten:

v. Sybel: Begründung des Deutschen Reiches.
Herzog von Coburg: Aus meinem Leben und meiner Zeit.
Biedermann: Dreißig Jahre deutscher Geschichte.
Rob. Prutz: Zehn Jahre ꝛc.
Fr. Oetker: Lebenserinnerungen.
Graf Vitzthum: Denkwürdigkeiten.
Politische Briefe Bismarcks zwischen 1849—1889 (Berlin 1890. Steinitz).
Schultheiß: Europäischer Geschichtskalender.
Rothan: La politique française en 1866.
Thouvenel: Le Secret de l'Empereur.
Vilbord: L'Oeuvre du Comte de Bismarck.

8.

Leitfaden für den Unterricht in der Terrainlehre, im militärischen Planzeichnen und Aufnehmen an der Königlichen Kriegsschule. Zweite Auflage. München 1892. Th. Ackermann.

Der Verlagsort läßt erkennen, daß es sich um die Königl. Bayerische Kriegsschule handelt und ein offizielles Lehrmittel, das von der dortigen Inspektion der Militär-Bildungsanstalten gutgeheißen und angenommen ist.

Bayern, der zweitgrößte deutsche Staat, hat ja der deutschen Einheit auch Opfer gebracht, aber doch auch seine Sonderstellung und Selbstständigkeit sich reservirt. So unter Anderem im ge-

sammten Militär-Unterrichtswesen. Für uns andere Deutsche ist es ohne Zweifel recht interessant, auch die bayerischen Lehrmittel kennen zu lernen, und hier liegt eins davon vor. Es wird den Leser jedoch ganz vertraut ansprechen. Ausgenommen einige der Angaben über bayerische Kartenwerke. Da giebt es einen „Positionsatlas" (1 : 25000), einen „topographischen Atlas" (1 : 50000), eine „bayerische Uebersichtskarte von Südwestdeutschland" (1 : 250000), welche besondere bayerische Signaturen aufweisen, „welche sich insbesondere bezüglich der Darstellung der Verkehrswege und Bodenbewachsung von den in der Karte des Deutschen Reiches aufgeführten unterscheiden."

Folgende Bemerkung wird Manchem neu sein. Der topographische Atlas — die ersten Blätter sind 1812 erschienen — umfaßt 112 ganze Blätter, ist also ein sehr ansehnliches und des Maßstabes wegen wichtiges Werk. Aber! „der geographischen Eintheilung liegt der durch die alte Münchener Sternwarte gehende Meridian als Nullmeridian zu Grunde; derselbe liegt 29° 15′ 56″ östlich Ferro, 11° 46′ 11″ östlich Greenwich." Recht bequem dieser bayerische Separatmeridian! Uebrigens würde hiernach Greenwich um 17° 29′ 45″ östlich von Ferro liegen; nach Jordan (der für Autorität gilt) beträgt der Unterschied 17° 39′ 51″, also 10′ 6″ mehr. Den Münchener Meridian setzt Jordan 29° 16′ 15″ östlich von Ferro, was allerdings nur um 19″ differirt.

Da nun in Bayern auch die „Karte des Deutschen Reiches" (1 : 100000) und die früher Reymannsche (1 : 200000) Kurs haben, und da endlich in Bayern mitteleuropäische Zonenzeit eingeführt ist, die auf dem Greenwicher als Nullmeridian beruht, so kann der bayerische Staatsbürger über Mangel an Meridianen sich jedenfalls nicht beklagen.

Noch eine Bemerkung, die zur Vermeidung von Irrungen nützlich sein kann. Für Pläne wendet man in Bayern die Lehmannsche Bergstrichskala an, also jene neun Verhältnisse zwischen Weiß und Schwarz, die mit Weiß bei Horizontal beginnend, mit Schwarz bei 45° Böschung enden und von 5 zu 5° um je 1/9 sich ändern. Da aber in Bayern ausgedehnte gebirgige Gebiete mit steilen Böschungen zu zeichnen sind und sehr viel Schwarz vorkommen würde, in dem Situation und Schrift untergingen, hat man für Karten den Lehmannschen Theiler 9 auf 12 erhöht, so daß erst 60° Böschung schwarz ist. Nach der

Lehmannschen Skala richtig zu zeichnen und Lehmannsche Bergstriche richtig zu lesen ist schon recht schwierig; der bayerische Lehmann ist mindestens um 50 pCt. schwieriger. Es heißt dann auch im § 71 (S. 61): „Eine schöne Bergstrichzeichnung verlangt einen geübten und gewandten Zeichner sowie viel Zeit." Im § 59 (S. 48) war unter den „Anforderungen", der „jede dieser Bergzeichnungsarten" genügen müsse, gesagt: „viertens soll sie in jedem Maßstab mit wenig Zeit und Mitteln ohne besondere Kunstfertigkeit ausführbar sein." Die gesperrt gesetzten Worte sind das auch im Leitfaden. Der Kriegsschüler hat nun die Wahl, ob er mehr an den § 59 oder mehr an den § 71 glauben will.

In Bayern ist schon 1801 von einem französischen Geodäten eine 21 km lange Standlinie vermessen worden, zu der später zwei andere gekommen sind. Dann hat eine Triangulation stattgefunden. Schon 1812 muß es ein topographisches Bureau gegeben haben, doch wird nicht gesagt, von wem dasselbe ressortirt hat. Von 1817 bis 1822 ist es dem Kriegsministerium unterstellt gewesen; seitdem ist es, wie bei uns, eins der Arbeitsgebiete des Generalstabes. Seit 1808 giebt es aber auch ein Katasterbureau, welches dem Finanzministerium untersteht. Von diesem Institut ist die Landesaufnahme und zwar in 1 : 5000 (Städte 1 : 2500) in Angriff genommen worden, doch beschränkt sich dieselbe auf die „Situation", wie es bei Katasterplänen gerechtfertigt ist, die ja hauptsächlich Privatrechts- und Steuerverhältnissen zu dienen haben. Diese Katasterpläne verwendet nun das topographische Bureau als Grundlage seiner geodätischen Arbeiten, die sich vorzugsweise auf die Darstellung des Bodenreliefs beziehen.

Dieser noch heute bestehenden Arbeitstheilung entsprechend behandelt nun auch der Leitfaden getrennt nacheinander: „Aufnahme der Situation" und „Aufnahme der Bodenformen". Im ersten Abschnitte wird nur der Meßtisch (selbstverständlich mit modernem Zubehör, Kippregel und Meßlatte) behandelt; im zweiten der für die bezüglichen Arbeiten eingeführte „Goniometer". Dieses Instrument ist ein Theodolit, dem der Horizontalkreis fehlt, oder ein Fernrohrniveau, dem ein Vertikalkreis hinzugefügt ist. Jedesmaligen Standort und Ziel liefert das dem Aufnehmer mitgegebene „Steuerblatt" oder vielmehr die im topographischen Bureau bewirkte Reduktion der Kataster-aufnahme auf

1 : 25 000. Der Aufnehmende hat also nur sein Instrument aufzustellen, dann der „Zieltafel" Instrumentenhöhe zu geben und nun den oder die Gehülfen mit Zieltafel an die ausgewählten Zielpunkte im Gelände zu verschicken. Dann nimmt er die Höhenwinkel α; das Steuerblatt liefert ihm die Horizontalkathete a, folglich ist die Vertikalkathete $b = a \operatorname{tg} \alpha$; also, wenn die Cote des Standortes + m (Normalnull), ist die Cote des anvisirten Punktes + ($m \pm b$). Das Ausrechnen von $b = a \operatorname{tg} \alpha$ ist durch beigegebene Cotentafel erspart. Eine sehr einfache, sehr geistlose und ohne Zweifel langweilige Arbeit, und jedenfalls anders als die unserer Topographen.

Aus den gesammelten Höhenbestimmungen werden daheim die Schichtenlinien (Isohypsen) hergestellt. Wenn der Betreffende sich des genossenen Unterrichts erinnert oder den in Rede stehenden Leitfaden zu Rathe zieht und demgemäß Sättel so bezeichnet wie in Figur 8 auf Tafel I, oder Figuren 29 und 31 auf Tafel IV, so .... möge er den Schreibkrampf in die Finger bekommen und dadurch erinnert werden, daß vier mit den Konvexitäten gegeneinander gerichtete Horizontalen sich nie zu einem Rechteck schließen können; es müßte denn — wie es ja im Karstgebirge nicht unmöglich wäre — die wunderliche Bildung eines Sattels, der Kesselform hat, vorhanden sein. Abgesehen von solchem seltenen Naturspiel muß dasjenige Horizontalenpaar, das den Hängen angehört, stets höher liegen als das den Mulden angehörige; der Zusammenstoß an den vier Ecken ist naturwidrig. Nun läßt man es sich ja allenfalls gefallen, wenn es eben Signatur sein soll (wie Fig. 8), aber auf ausgeführtem Schichtenplane (wie Fig. 29) muß es doch eigentlich Jeden stören, der so viel Phantasie hat, daß er aus dem planen zweidimensionalen Bilde die dreidimensionale Raumform gestaltet.

Der erhobene Vorwurf der Naturwidrigkeit trifft nicht den in Rede stehenden Leitfaden allein; er wird auch hier nicht zum ersten Male ausgesprochen; und er wird wahrscheinlich auch diesmal wieder vergeblich ausgesprochen sein.

9.

Zur Wehrfrage. Kritische Bemerkungen über die Organisation der schweizerischen Infanterie. Von Robert Weber, Oberstlieutenant im Generalstabe. Zürich 1893. Art. Institut Orell Füßli. Preis M. 1,60.

Die Nachbarn der Schweiz wetteifern in Friedensversicherungen und überbieten sich in der Verwirklichung des bekannten geflügelten Wortes, wonach Kriegsrüstung die beste Friedenssicherung ist. Daß man darüber in der garantirt neutralen Schweiz Beklemmungen empfindet, ist sehr natürlich. Ebenso selbstverständlich ist die Unantastbarkeit des Milizsystems. Aber es muß zeitgemäß um- und ausgebildet werden. Das Organisationsgesetz von 1874 hat sich nach gewissen Richtungen nie völlig erfüllen lassen, in anderen sich unbefriedigend erwiesen; es hat sich überlebt. Einen neuen Reorganisationsentwurf für die Infanterie als die Hauptwaffe der Schweiz hat Oberst Feiß (Armeekorpskommandant) bearbeitet. Diesem gilt die angezeigte kleine Schrift, ein in der Züricher allgemeinen Offiziersgesellschaft gehaltener Vortrag.

In der verbindlichsten Form, indem er zunächst „die fortschrittlichen Grundgedanken des Entwurfes begrüßt", macht der Vortragende in etlichen Punkten loyale Opposition.

Wir deuten Einiges an:

Es ist nicht gerathen, daß auch die Schweiz ihre Bataillone auf die übliche Stärke von 1000 Mann (920 Gewehre) bringt. Gründe: Die moderne aufgelöste Ordnung, das meist unübersichtliche Gelände und — das Bekenntniß: „die Soldaten einer Milizarmee sind weniger eingewöhnt, blind zu gehorchen. Die Offiziere, weniger sicher im Auftreten, haben weniger Autorität." Er versüßt das Bekenntniß durch Hervorhebung des mannhaften schweizerischen Volksgeistes, seines staatsbürgerlichen Bewußtseins und sonstiger republikanischer Tugenden; aber „von jeher wurde bei uns unter den mehr äußeren Mitteln zur Aufrechthaltung der Disziplin eine verhältnißmäßig starke Einrahmung der Massen für nothwendig erachtet", d. h. also ein starkes Aufsichtspersonal.

Nachdem die hier angedeuteten Motive genügend ausgesponnen sind, kommt die wirksame Wendung: Die 1000-Mann-Bataillone der stehenden Heere (an Gewehren zählt das deutsche nur 976) sind nur ein nothwendiges Uebel. Die Offiziere und Unteroffiziere dieser Heere sind Staatsbeamte, die nicht nur, solange

sie dienen, besoldet, sondern für ihre Lebenszeit auf irgend eine Art versorgt werden müssen. Sie sind also sehr kostspielig, darum geizt man mit ihnen, so weit es angänglich erscheint, und darum belastet man die leitende Potenz mit so viel leitungsbedürftigem Massenmaterial. Es wird dann Boguslawski zitirt, der das 1000-Mann-Bataillon schwerfällig und unbeholfen nennt; auch Roon mit: „je weniger Offiziere, desto weniger Seele hat ein Truppenkörper"; auch Napoleon I.: „Im Allgemeinen sind 140 Mann per Kompagnie ausreichend. Hat man Frischeingestellte, so ist das schon zwei- oder dreimal zu viel."

Um das Bataillon auf 1000 Mann zu bringen, ohne doch die Zahl der Bataillone zu verringern, braucht Oberst Feiß natürlich eine Verrückung der Altersgrenze zwischen „Auszug" (verpflichtet zum sofortigen Eintritt bei der Fahne und unter Umständen zum Insfeldrücken) und „Landwehr". Sie soll die zwei jüngsten Jahrgänge der Letzteren betreffen und erweitert demnach die Auszugsverpflichtung des Einzelnen bis zum 34. Jahre. Der Leser wird hier sofort an den Rumor erinnert, den in jüngster Zeit in der Tagespresse die freilich „nicht amtlichen", aber dem Publikum doch mehr oder weniger offiziositätsverdächtigen landwehrbemängelnden Militär-Wochenblatt-Artikel verursacht haben. Was er in Bezug auf dieses heikle Kapitel hüben und drüben gelesen haben mag, wir können ihm nur rathen, auch das noch zu lesen, was Oberstlieutenant Weber S. 21 u. f. ad hoc beibringt. Wir versagen uns, die Crême abzuschöpfen; es ist frisch und flott geschrieben und — zeugt von Menschenkenntniß! Uebrigens ist es auch lehrreich durch statistische Angaben über das Lebensalter, das man bei den Nachbarn durchschnittlich als Grenze zwischen der „Schwungkraft der Jugend" und „philisterhafteren Neigungen" anerkennen dürfte. Sehr lehrreich sind auch die eigenen Erfahrungen einerseits mit Leuten, die eben die „Rekrutenschule" durchgemacht haben, andererseits mit den Mannschaften eines Wiederholungskurses im achten Jahrgange oder gar im zwölften (und würde künftig bis zum vierzehnten reichen). Wie Vieles erwies sich als „verschwitzt" und „wie steif waren die Beine geworden!"

Das folgende Kapitel wendet sich gegen den Feißschen Vorschlag, alle Hauptleute beritten zu machen. Diese Neuerung erscheint für schweizerische Verhältnisse, und zwar lokale wie

perſonale, ungeeignet. Der älteſte Hauptmann und beſignirte Bataillonskommandeur-Vertreter mag beritten ſein.

In einem beſonderen Kapitel werden als beſonderer Grund gegen die 1000-Mann-Bataillone die Verhältniſſe der Eiſenbahnen der Schweiz geltend gemacht. Bauliche und Betriebsverhältniſſe geſtatten keine größere Zuglänge als 300 m, womit jene ſtarken Bataillone nicht auskommen.

Wir begnügen uns mit dieſen kurzen Hinweiſen auf diejenigen Kapitel, die zu vergleichenden Betrachtungen anregen. Die eigenen poſitiven Vorſchläge, die Oberſtlieutenant Weber dann folgen läßt — ſie nehmen die zweite Hälfte der im Ganzen nur 52 Seiten umfaſſenden Schrift ein — ſind auf die beſonderen Verhältniſſe des Schweizer Milizheeres berechnet; immerhin lehrreich kennen zu lernen, aber für uns doch fremd und fern und unvergleichbar.

10.

Truppenmeſſer. Entworfen von A. Thümmel, Hauptmann und Lehrer an der Kriegsſchule in Caſſel. Berlin 1892. Königl. Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Preis M. 0,75.

Welche Wegelänge nehmen marſchirende Heerestheile in Anſpruch; groß und klein, einfache und gemiſchte Waffen; fechtende, techniſche Truppen, Fuhrweſen? Welchen Flächenraum — Front und Tiefe — beanſpruchen ſie in der Bereitſchaftsſtellung zum Gefecht; welchen Platz zum Biwakiren? Das ſind Fragen, die dem Fähnrich auf der Kriegsſchule, jedem Führer eines Aufklärungs- oder Erkundungstrupps, jedem Ordonnanzoffizier, Adjutanten bis zu den höchſten Stufen des Generalſtabsoffiziers bei ſchriftlichen Arbeiten wie bei praktiſchen Aufgaben im Gelände begegnen. Die Antworten liegen in einer Fülle von Zahlen, die ſich einzuprägen und jederzeit ſicher zur Verfügung zu haben ein gutes Gedächtniß verlangt. Vorſichtshalber bezügliche ſchriftliche Notizen bei ſich zu führen iſt ſehr rathſam.

Aber die Zahlen thun es nicht allein. Sie müſſen dem Gelände und zunächſt bei Ausarbeitung von Entwürfen dem Plane deſſelben angepaßt werden; man bedarf alſo eines Maßſtabes.

Beides — Zahlen und Maßstab (und zwar den für uns gangbarsten 1 : 100000) — bietet der in der Ueberschrift benannte Behelf. Man muß ihn wohl zu den literarischen Hülfsmitteln rechnen, und dann ist es wahrscheinlich das mindest umfangreiche, das je erschienen ist: ein Blatt sogenannten Kartonpapiers, 122 mm breit und 64 mm hoch! Allerdings sind noch zwei Druckseiten Gebrauchsanweisung beigefügt; deren bedarf man aber nur zur ersten Orientirung; mitzuführen braucht man sie dann nicht mehr.

Die Vorderseite, kenntlich dadurch, daß sie den Titel und Maßstab enthält, giebt die Marschkolonnenlängen in geschickter übersichtlicher Anordnung. Alle angegebenen Längen sind an einen der vier Blattränder herangeführt, so daß man sie unmittelbar an den Plan anlegen kann. Die Rückseite liefert die oben unterschiedenen zweierlei Flächenraum-Inanspruchnahmen, und zwar geben die beiden langen Seiten des Kartons die Frontlängen, die kurzen die Tiefen.

Vom Verfasser unter sinnreicher Raumbenutzung sehr zweckmäßig gegliedert, vom Lithographen sauber gezeichnet und gut lesbar beschrieben, bietet dieser „Truppenmesser" eine treffliche Gedächtnißhülfe für die Vielen, die in die Lage kommen können, seiner Angaben zu bedürfen.

11.

Taktische Aufgabe nebst Lösung. Applikatorische Reglementsstudie von C. E. Wien und Leipzig 1892. W. Braumüller. Preis broschirt M. 0,70, geb. M. 1,20.

Im Titel verräth zunächst die Verlagsfirma, daß wir es mit der Gabe eines Oesterreichers für Oesterreicher zu thun haben, was dann die Einleitung nach einigen allgemeinen Betrachtungen über Werth und allgemeine Anerkennung der applikatorischen Lehrmethode — insbesondere im Gebiete der Taktik — bestätigt.

Die „Instruktion für die Truppenschulen des K. und K. Heeres" schreibt in Th. 1 § 39 die applikatorische Methode bei Lösung taktischer Aufgaben vor, durch welche die Bestimmungen des „Exerzirreglement" sowie des „Dienstreglement, II. Th." erläutert und begründet werden sollen.

Die Schule hat aber nur wenig Zeit für allgemeine Uebungen dieser Art; dem Einzelnen muß überlassen bleiben, für seine Fortbildung selbst Sorge zu tragen.

Unter dem Titel „Krieger-Sitte" ist ein Rathgeber für junge Offiziere und für die militärische Jugend zum Eintritt in den Stand und die Welt im Auftrage des Reichs-Kriegsministeriums, verfaßt von Franz Rieger, k. und k. Major im Geniestabe, im Verlage des k. und k. Reichs-Kriegsministeriums, also mindestens „offiziös", wie es in der Zeitungssprache heißt, wenn nicht eher offiziell, amtlich erschienen (Wien 1891), worin auch Direktiven zur Selbstausbildung des jungen Offiziers enthalten sind.

In das Gebiet dieses Selbstunterrichts gehören taktische Aufgaben, bei denen der Offizier sich in die Lage des Befehlsführenden des Ganzen, der einzelnen Unterabtheilungen bis herunter zur Feldwache bezw. den Posten und Patrouillen versetzt.

Besonders ersprießlich erachtet es der Verfasser der in Rede stehenden Studie, wenn der Bearbeiter einer bezüglichen Aufgabe den gefaßten Entschluß, sowie die von jeder Führerstelle deren Wirkung entsprechend zu erlassenden mündlichen oder schriftlichen Befehle zunächst frei aus seinem Wissen niederschreibt und dann erst kontrolirt, ob und wie er dabei der Dienstvorschrift gerecht geworden ist.

Man kann hinzufügen: Noch besser ist es, wenn dem Bearbeiter eine Vertrauen erweckende und verdienende Persönlichkeit zur Verfügung steht, die das Amt des Censors einer derartigen Arbeit nimmt.

Dasselbe wird erreicht, wenn ein Leistungsfähiger die Lösung der Aufgabe schriftlich liefert, der Ueben- und Lernenwollende aber zunächst nur die Aufgabe vornimmt und nach besten Kräften seinerseits löst, um erst, nachdem er damit fertig geworden, die schriftliche Lösung seines Vertrauensmannes mit der seinigen zu vergleichen.

Die vorliegende Studie will ein Beispiel dieser Art des Lernens und Lehrens sein. Trotzdem dasselbe oder vielleicht gerade weil dasselbe in und für österreichische Verhältnisse bearbeitet ist, wird der deutsche Offizier ihm mit Nutzen ein paar Stunden widmen.

Die Anknüpfung ist um so natürlicher, als die behandelte Aufgabe dem 1. Hefte der in Hannover (bei Mierzinsky [Hel-

wingſche Buchhandlung] 1884 ꝛc.) herausgekommenen ſtrategiſch-taktiſchen Aufgaben entnommen iſt.

Sehr einfach die taktiſche Situation; faſt unzweifelhaft die Lage für die nächſten 24 Stunden; überaus klar und der eigenen Lage entgegenkommend das Gelände, alſo Alles günſtig, einfach, man möchte ſagen, elementare Verhältniſſe, bei denen der Fähnrich anſcheinend muß ſagen können, wie der Brigadekommandeur ſich zu benehmen haben wird — und doch haben ſich (ohne allzu viele Wiederholungen und Weitſchweifigkeit) 55 Druckſeiten darüber ſchreiben laſſen. Die letzten 10 Seiten ſtellen dabei die deutſche Löſung der vorhergegangenen — die ſich bei allen wichtigen Entſchlüſſen auf den betreffenden Paragraphen des öſterreichiſchen Dienſtreglements beruft — gegenüber.

Alſo ein intereſſanter Beitrag zu vergleichenden Studien.

Berichtigung.

Im Februarheft, auf Seite 55, Zeile 20 von oben, auf Seite 58, Zeile 13 und Zeile 23 von oben, iſt zu ſetzen: Ingenieurkomitee anſtatt Ingenieurkorps.

VI.

Ein neuer französischer Entfernungsmesser nebst einem deutschen Vorgänger.

(Hierzu Tafel II.)

Der Erfinder des französischen ist ein Kapitän Souchet, Instruktor an der Infanterie-Schießschule in Châlons; sein optisch-mechanischer Mitarbeiter ist Balbreck von der Firma Balbreck ainé; Paris, Boulevard Montparnasse. Der deutsche Vorgänger ist Professor Neesen in Berlin. Wir werden beide der Reihe nach in Betracht ziehen.

Die Bekanntschaft mit Souchet-Balbreck verdankt der Unterzeichnete dem russischen Artilleriejournal. Bereits im Novemberheft von 1891 machte dasselbe Mittheilung von dem in der optischen Abtheilung der französischen Ausstellung in Moskau befindlich gewesenen Instrumente. Im Juliheft von 1892 kam das Journal auf den Gegenstand zurück mit dem Bekenntnisse, ihn bei der ersten Berichterstattung nicht ganz genau erkannt und nicht richtig erklärt zu haben. Das wurde nun ausführlich verbessert. Den russischen Artikel haben die Wiener „Mittheilungen des technischen und administrativen Militärkomitee" im 9. und 10. Hefte des Jahrganges 1892 (S. 753 u. f.) getreu wiedergegeben. Unter dem 5. August 1892 ist eine russische Armeeverordnung ergangen, nach welcher jede Kompagnie und jede Schwadron einen Souchet-schen Fernmesser erhalten soll. Diese dienstliche Anerkennung mag die vorliegende kritische Besprechung rechtfertigen.

Die geometrische Grundlage der Distanzmessungs-Methode Souchet ist die althergebrachte und ja auch unvermeidliche: Bestimmung eines Dreiecks im Gelände, dessen eine Seite der

zu ermittelnde Abstand der diesseitigen von der feindlichen Stellung ist. Zur Dreiecksbestimmung braucht man drei Stücke; z. B. zwei Winkel und eine Seite. Im vorliegenden Falle ist der eine Winkel ein rechter; der andere, kleiner als 90°, ist konstant. Es erübrigt noch die variable Seite. Diese ist im Gelände zu messen. Ihre Endpunkte liefert der Souchetsche Apparat, der also nicht der ganze Fernmesser ist, sondern nur dessen Winkelinstrument.

Letzteres frappirt allerdings durch seine Einfachheit. Es ist*) ein knapp handtellergroßes, etwa einen Centimeter oder etwas darüber dickes Glasprisma von der Form des Viertel-Achtecks, also mit den Seiten A B C D von 67,5°, 67,5°, 90°, 135°.

Dieses Prisma (im vorliegenden Falle Flintglas) gehört neben dem gleichschenklig-rechteckigen dreiseitigen zu dem modernen Geräth für Vermessungsarbeiten; es ist als „Winkelprisma" zum Abstecken von Winkeln von 90°**) in Gebrauch; es wird das Wollastonsche Prisma genannt.

Seine Wirkung beruht auf den optischen Gesetzen der „Brechung" und der „totalen Reflexion".

Es wird bei geodätischen Arbeiten gewöhnlich so gebraucht, daß man das Licht in einen der Rechtwinkelschenkel***), AC oder BC (vergl. Abbild. 1) eintreten läßt. Der Strahl kann die Grenzebene rechtwinklig treffen, dann behält er beim Uebergange aus Luft in Glas seine Richtung, oder er bildet mit der zur Eintrittsebene Rechtwinkligen, dem „Einfallsloth", einen Winkel λ, dann wird er in dem dichteren Mittel oder Medium des Glases „gebrochen" und zwar „zum Loth gebrochen", d. h. die Richtung, die er im Glase nimmt, bildet mit dem Loth nicht den Scheitelwinkel des Einfallwinkels λ, sondern einen kleineren, γ. Die Beziehung dieser beiden Winkel hängt ab von dem Dichtigkeitsunterschiede zwischen Luft und Glas; der numerische Werth des „Brechungsexponenten" (oder -koeffizienten) n von der Glassorte: für Flintglas ist er = 1,664 oder rechnungsbequemer rund $\frac{5}{3}$; für Kronglas 1,533.

*) Vergl. Abbild. 1a.

**) Auch für 45° verwendbar, was aber hier nicht interessirt.

***) Den Winkel von 45° erhält man bei der Strahleinführung in einen der Stumpfwinkelschenkel.

Das Brechungsgesetz lautet: $\sin \gamma = \frac{1}{n} \sin \lambda$, bezw. $\sin \lambda = n \sin \gamma$.

Der Strahl wird so geleitet, daß er von dem nächsten Stumpfwinkelschenkel reflektirt wird. Bezeichnen wir den Eintrittspunkt in die BC mit E, den Treffpunkt in der BD mit R und den Winkel, den die Strahlglasstrecke E R mit dem Lothe der B macht, mit σ'. Der bekanntlich unter demselben Winkel zurückgeworfene Strahl muß den anstoßenden Stumpfwinkelschenkel D A treffen; in R_2, unter $\measuredangle \sigma''$. Der Strahl erfährt hier die zweite Reflexion und wird zum zweiten Rechtwinkelschenkel C A geleitet. Er trifft diese Linie in E' unter demselben Winkel γ', unter dem die Eintrittsstrecke E,R, vom Lothe der BC abgewichen ist; erfolgte der Eintritt im Loth ($\gamma, = o$) wie bei Ia der Figur, so erfolgt auch der Austritt im Loth ($\gamma' = o$); hatte γ, einen Werth ($> o$) wie bei Ic, so hat γ' denselben Werth. Die Brechung beim Wiederaustritt aus dem Glase in die Luft erfolgt nach dem angeführten Brechungsgesetze; es ist $\sin \lambda' = n \sin \gamma'$; der aus dem dichteren in das dünnere Mittel tretende Strahl wird „vom Loth gebrochen", d. h. der Austritts-Luftwinkel λ' ist größer als der Scheitelwinkel des Austritts-Glaswinkels γ'.

Bezeichnen wir mit G_o den Ausgangspunkt des Strahls (einen beleuchteten Punkt im Gelände), demnach mit G_oE, die Eintrittsluftstrecke, und entsprechend mit E'O, die Austrittsluftstrecke, so tritt der Strahl in der Richtung E'O, in das Auge des Beobachters; direkt oder durch Vermittelung eines Fernrohrs. Das Auge empfängt den Eindruck, als läge in der Richtung O,E' nach jenseits der betreffende Gegenstand. Der Beobachter weiß natürlich, daß er nicht den wirklichen Gegenstand, sondern ein Bild G_i desselben sieht. Der Standpunkt des Beobachters — mathematisch genau genommen der Punkt S, in welchem die verlängerte Ankunfts-Luftstrecke und die rückwärts verlängerte Austritts-Luftstrecke einander schneiden — ist der Scheitel eines rechten Winkels, dessen einer Schenkel $S G_o$ nach dem wirklichen Gegenstande gerichtet ist, während der andere durch die Lage des Bildes G_i bestimmt wird. Diese Richtung läßt der Beobachter im Felde abstecken.

In Ia der Figur ist der einfachste Fall dargestellt: der Strahl trifft $\perp$ BC. Es wird demnächst nachgewiesen werden, daß der

rechte Winkel bestimmt wird, auch wenn der Strahl schief auftrifft. Jedes beliebige Auftreffen ist aber doch nicht zulässig, wie durch Ib veranschaulicht ist. Hier liegt der ankommende Strahl in dem Quadranten zwischen dem Loth und dem spitzen Winkel B. Ins Glas gelangt, trifft er — obwohl zum Loth gebrochen — nicht auf die angrenzende Strecke BD, sondern gleich die gegenüber liegende DA. Dies ist soviel, als wäre das Prisma gar kein vierseitiges, sondern ein dreiseitiges, dessen spitzer Winkel von 22,5° nur durch DB als überflüssig abgeschnitten wäre. Es findet nur einmalige Reflexion statt. Der Austrittsstrahl bildet mit dem Ankunftsstrahl nicht nur ganz gewiß keinen rechten, er bildet überhaupt keinen bestimmten Winkel; derselbe ändert sich mit dem Ankunfts-Einfallwinkel λ'.

In derselben Figur Ib der Abbildung 1 ist noch eine zweite Falschbenutzung des Prismas veranschaulicht: Der Beobachter bei E'' fängt einen vom Gegenstande kommenden Strahl mit der gegenüberliegenden Seite DB des Prismas auf. Der Strahl reflektirt gar nicht, sondern wird nur zweimal gebrochen. Der scheinbare Ort des Bildes weicht um mehr als 60° von der wahren Richtung ab. Der Beobachter würde einen sehr groben Fehler begehen, wenn er das, was er sieht, für das seinem Zwecke dienliche Bild hielte.

Wenn die Normalform des Wollastonprismas dadurch eine Modifikation erfährt, daß einer der Rechtwinkelschenkel, z. B. AC abgeschrägt wird — in Figur Ia um $\measuredangle$ C''E'C' — so ändert sich nur γ', das jetzt $= \gamma' + \delta = \gamma_1 + \delta$ ist.

Es folgt λ' aus $\sin \lambda' = n \sin (\gamma_1 + \delta)$. Die Luftstrecken des Strahles, die bisher in S_1 rechtwinklig zusammentrafen, treffen sich in S_2 unter einem $\measuredangle \omega = 90 + \lambda'$.

Souchet hat das Wollastonprisma zunächst A in seiner Normalgestalt belassen; es ist also $\measuredangle R_2 AE' = 67{,}5°$. Die Strecke E'C dagegen ist, wie bereits bemerkt, um einen Winkel δ zu C''E' abgeschrägt. Strahlen, die auf die Strecke AE' treffen, liefern Richtung und Bild G_1; Strahlen, die auf E'C'' treffen, geben Richtung und Bild G_2; $\measuredangle S_1E'S_2$ ist $= \lambda'$. In der Nähe von E' ist eine verschiebbare Blende angebracht; je nach deren Stellung erblickt der Beobachter das Bild G_1 oder das Bild G_2. Die Ausnutzung dieser sinnreichen Anordnung werden wir sofort nachweisen; zunächst muß noch der von Balbreck

empfohlenen Abänderung gedacht werden, die dasselbe Prinzip: in demselben Wollastonprisma neben dem üblichen konstanten rechten einen anderen konstanten Winkel größer als 90° zur Darstellung zu bringen, — auf folgende Art erreicht. (Abb. Ic.) Die Okularseite AC bleibt unverändert ($\angle A = 67\frac{1}{2} : C = 90°$), dafür wird an der Objektivseite BC in der halben Dicke des Prismas eine Stufe hergestellt, so daß die obere Hälfte normal ist, ($\measuredangle B' = 67{,}5$; $\measuredangle C = 90$), während die vorspringende untere Hälfte bei B'' den $\measuredangle 67{,}5 - \delta$; demnach bei C $90 + \delta$ bildet.

Was sich dann ergiebt, ist in der Figur Ic veranschaulicht.

In der folgenden Auseinandersetzung sollen da, wo es die Deutlichkeit verlangt, die gewählten Winkel- und Punktbezeichnungen durch beigefügtes (A), wenn sie sich auf die abgeschrägte untere Partie des Prismas beziehen, und durch (N), wenn sie der Normalform gelten, — unterschieden werden.

Es ist gleichgültig, wie der Messende das Prisma gegen den Gegenstand richtet, wenn er nur dessen Bild aufhängt. Es ist also der Eintritts-Luftwinkel λ, beliebig; nur dafür muß Sorge getragen werden, daß der durch λ, bedingte $\measuredangle \gamma$, so ausfällt, daß der Strahl die BD treffen muß; also der bereits erwähnte und durch Figur Ib veranschaulichte Fehler nur einmaliger Reflexion muß vermieden werden. Die Warnung ist nicht überflüssig. Ein Prisma liefert mit allen seinen Flächen, den inneren wie den äußeren, allerlei Spiegelungen, und der Ungeübte könnte leicht ein falsches Bild wählen.

Die drei Glasstrecken des Strahles bilden mit den vier Seiten des Prismas drei Dreiecke, die durch die Form des Prismas und den Eintrittswinkel λ, bestimmt werden. Von Einfluß ist dabei, auf welcher Seite des Einfallslothes λ, liegt, ob in dem Quadranten zwischen Loth- und Prismaspitze (B) oder dem Quadranten, der dem rechten (bezw. dem $90 + \delta$) Winkel zugekehrt ist. Im ersten Falle wird λ, als positiv, im anderen als negativ bezeichnet. Das Gleiche gilt für das Austritts-λ'. Die γ, die zu den λ im Verhältniß des Scheitelwinkels stehen, haben demnach entgegengesetzte Vorzeichen.

Der oberen Stufe oder dem Normalprisma (Abbild. Ic) sei ein negatives λ, zu Theil geworden.

Es folgt aus $\sin \gamma = \frac{1}{n} \sin \lambda$ der Werth von γ und zwar

positiv (innerhalb des rechten Winkels, den Seite BC und deren Loth bilden).

Aus γ_1 folgt in $\triangle$ BE_1R der $\measuredangle$ bei $R_1 = (90 - \sigma') = 180 - 67{,}5 - (90 - \gamma_1) = 22{,}5 + \gamma_1$.

In $\triangle$ R_1DR_2 dessen $\angle$ bei $D = 135°$, ergiebt sich $(90 - \sigma'') = 45 - (90 - \sigma') = 22{,}5 - \gamma_1$.

In $\triangle$ R_2AE_1 ist der $\angle$ bei $E_1 = 180 - (90 - \sigma'') - 67{,}5 - \gamma_1$. Es ergiebt sich $\gamma_1 = \gamma'$ aber es liegt auf der Binnenseite des Lothes (außerhalb des rechten Winkels, den Seite AC und dessen Loth bilden), ist also negativ.

Selbstredend ist auch $\lambda_1 = \lambda'$ aber mit entgegengesetzten Vorzeichen. Wenn die Eintritts- und Austritts-Luftstrecken des Strahles, jene vorwärts, diese rückwärts bis zum Schnitt in $S_{(A)}$ verlängert werden, so ergiebt sich das Viereck $CE_1E'S_{(A)}$, in welchem der Winkel C bekannt, $= 90°$ ist. Die Winkel bei E_1 und E' sind die Loth-Rechtwinkel, aber um λ_1 der eine vermehrt, der andere vermindert. Sie heben einander also auf, und es bleibt der Winkel bei $S_{(A)} = 90°$. Der Werth von λ übt keinen Einfluß. Dies war zu beweisen.

Die untere Stufe, das abgeschrägte Prisma, vom Strahl in derselben Richtung getroffen, hat den Einfallwinkel $\lambda_{1(A)} = \lambda_{1(N)} + \delta$. Wenn, wie in der Zeichnung angenommen, $\lambda_{1(N)} < \delta$ ist, so ergiebt sich für $\lambda_{1(A)}$ das entgegengesetzte Vorzeichen; es ist also hier $\lambda_{1(A)} = \delta - \lambda_{1(N)}$ und positiv.

Das entsprechende $\gamma_{1(N)}$ ist daher negativ.

Die Berechnung erfolgt auf dem bei dem Normalprisma gezeigten Wege.

Aus λ_1 folgt γ_1; ferner:

$(90 - \sigma') = 90 - (67{,}5 - \delta) - \gamma_1 = 22{,}5 + \delta - \gamma_1$; $(90 - \sigma'') = 45 - (90 - \sigma') = 22{,}5 - \delta + \gamma_1$;

$\gamma' = 90 - (90 - \sigma'') - 67{,}5 = 22{,}5 - (22{,}5 - \delta + \gamma_1) = \delta - \gamma_1$.

Daraus λ'.

Die Verlängerung der Aus- und Eintritts-Luftstrecken bis zum Schnitt in $S_{(A)}$ ergiebt das Viereck, dessen Winkel hier außer ω betragen: $\measuredangle C = 90 + \delta$; $\measuredangle E'(90 - \lambda_1)$ $\measuredangle E' = (90 - \lambda')$; daher $\omega = 90 - \delta + (\lambda_1 + \lambda')$.

Es war darauf hingewiesen, daß, wie das Normalprisma konstant einen rechten, das abgeschrägte Prisma einen anderen aber gleichfalls konstanten Winkel liefere, während die ermittelte

Formel für ω dieſen Hinweis nicht beſtätigt, da in derſelben die Variablen λ_i und λ_{ii} (A) auftreten!

Die Mathematik hat, wie immer, Recht, aber jener Hinweis war dennoch begründet. δ iſt ſehr klein; nicht 3 Minuten. Bei ſo kleinen Winkeln ſtimmen Sinus, Tangenten und Bogenlängen auf viele Dezimalſtellen überein.*) Es verhalten ſich dann die Sinus wie die Bogen; alſo iſt

$$\sin \gamma = \frac{1}{n} \sin \lambda \text{ identiſch mit } \gamma = \frac{1}{n} \lambda.$$

In dem entwickelten Ausdrucke iſt daher zu ſetzen $(\lambda_i + \lambda') = n\,(\gamma_i + \gamma') = n\,\delta_i$

$$\text{alſo iſt } \omega_{(A)} = 90 - \delta + n\,\delta = 90 + (n-1)\,\delta.$$

Da nun, wie nachgewieſen, $\omega_{(N)}$ konſtant $= 90°$, ſo iſt

$$\omega_A - \omega_N = (n-1)\,\delta = \alpha.$$

Da Balbreck die Prismenverſchiedenheit in die Objektivſeite verlegt hat, wird der Strahl ſofort gebrochen und paſſirt auf verſchiedenen Wegen das Prisma. Nach der Originalmethode Souchet (Abbild. Ia) ſpaltet ſich der Strahl erſt im Austreten zufolge der Grundrißbrechung der Seite AC. Es bilden die Lothe der beiden Facen den Winkel δ, der alſo dem Austritts-γ' gleich iſt. Daraus folgt λ' von dem wir jetzt wiſſen, daß es $= n\gamma'$ geſetzt werden darf. Es ergiebt ſich unmittelbar

$$\omega_{(A)} - \omega_{(N)} = \omega_A - 90 = n\lambda' - \delta = (n-1)\,\delta = \alpha.$$

Die Entfernungsbeſtimmung nach der Methode Souchet iſt in Abbildung 2 ſchematiſirt. Man beſitzt einen rechten Winkel und eine Schmiege, die den Winkel α angiebt. In der erſten Station bedarf man nur des rechten Winkels, den man im Felde abſteckt. Beim Verlaſſen der Station markirt man den innegehabten Standort und hat ſomit zwei Punkte, nach denen man ſich genau rückwärts richtet. Man muß den Punkt finden, wo die Schmiege in der Richtung der Grundlinie zeigt, während der zweite Rechtwinkel-Schenkel auf den Punkt gerichtet iſt, deſſen Abſtand man finden will. Daſſelbe leiſtet das Prisma, oder richtiger, leiſten die zwei Prismen durch ihre Bilder.

---

*) Bei 14 Minuten iſt die Tangente erſt in der 7. Dezimalſtelle um eine Einheit größer als der Sinus.

Souchet, der ersichtlich etwas recht Praktisches angestrebt hat, das in der Hand des gemeinen Mannes nicht versagt, hat wohl deshalb seine Blende angebracht, die es verhindert, die zwei Bilder, die das Prisma zu liefern vermag, gleichzeitig zu sehen. Seine Instruktion lautet: Am ersten Standorte muß man auf der Einfassung den Buchstaben R (retour) sehen. Dann nimmt man das Instrument vor das Auge und dreht sich rechts oder links, bis man ein Bild des Gegenstandes einfängt, den man sich ausgesucht hat als Meßziel. Nach diesem Bilde setzt man eine geeignete Richtungsmarke vorwärts ins Gelände. Eine zweite bezeichnet den Ort, den man verläßt. Man thut jetzt nach dem Buchstaben R, man geht „retour", verstellt aber zuvor den Schieber, so daß A erscheint (avance), denn jetzt hat man aufzupassen, was vorwärts geschieht. Man ist am richtigen Fleck, sobald man das Ziel wieder im Bilde und im Alignement der Grundlinie sieht.

Auf jedem Instrumente ist die Zahl angegeben, mit der die gemessene Entfernung zu multipliziren ist (falls nicht die beigefügte Tabelle direkt zutrifft), um die gesuchte zu erhalten. Ungefähr schätzt man natürlich die genauer gewünschte Entfernung und weiß also auch, wie weit ungefähr von der ersten Station die zweite zu suchen sein wird.

Wem gleichwohl das Rückwärtsrichten nicht gefällt, der kann ja natürlich die Operation umkehren: in der ersten Station: bei sichtbarer Marke A (d. h. das Rechts-Bild freigegeben) die Linie abstecken und dann vorwärts gehen, bis bei sichtbarer Marke R (das Links-Bild freigegeben) der Gegenstand im Bilde wiedererscheint. Der Unterschied besteht darin, daß man im zweiten Falle zwei Richtungsmarken vorwärts einrichten muß.

In der Abbild. 1 ist unter Id das Prisma in derjenigen Stellung wiederholt, in der das Rechts-Bild im Alignement der Basis erscheint.

Als Augmentations-Koeffizienten oder Multiplikator hat Souchet 50 gewählt. ctng $\alpha = 50$ entspricht dem Winkel $\alpha = 1° 8{,}76'$. Es ist dann die Abschrägung

$$\delta = \frac{1}{n-1}\,\alpha = 1{,}506,\ \alpha = 1°\ 43{,}55'$$

zu machen.

Mit dem Abschleifen dieses Maß genau zu treffen, ist technisch nicht unmöglich, aber mühsam und würde das Prisma vertheuern. Ueberdies ist man des das Winkelverhältniß bedingenden Brechungs-

exponenten nicht ganz sicher. Der hier angenommene Werth 1,664 ist dem bekannten physikalischen Lehrbuche Müller-Pouillet entnommen; ein bekanntes Hülfs- und Formelbuch, „Der Ingenieur" von Weisbach, hat 1,596; das russische Artilleriejournal rechnet sogar mit nur 1,5. Jedenfalls ist es also gerathen, bei jedem Exemplar des Instrumentes den ihm innewohnenden Werth von ctng α als den für dasselbe maßgebenden „Augmentationscoeffizienten" praktisch zu ermitteln, indem man eine möglichst lange Linie (etwa 1500 bis 2000 m) im Felde genau abmißt (an manchen Orten wird man eine gerade Strecke Chaussee oder Eisenbahn benutzen können, die ja bereits vermessen und abgesteint wäre) und rechtwinklig zu derselben die zweite kürzere Kathete durch das zu prüfende Instrument bestimmt. Der Quotient beider Längen giebt dann den diesem Exemplare innewohnenden Multiplikator; die gefundene Zahl ist auf dem Instrumente selbst durch Einschlagen unverlierbar zu fixiren.

Zu weiterer Erleichterung und Beschleunigung der Entfernungsbestimmung ist auf einer der flachen Seiten der Prismafassung eine Tabelle angebracht, in der für die Basen von 8 bis 43 (meter- oder schrittweise) durch Multiplikation mit der dem Exemplare eigenthümlichen ctng α (z. B. nicht 50, sondern 51,5; 49,2 u. s. w.) die zugehörigen Entfernungen ausgerechnet sind.

Die bei Vermessungsarbeiten gebrauchten Winkelprismen sind mit einem geraden Stiel versehen; offenbar die bequemste Art, sie zu halten und vor dem durch nichts behinderten Auge zu drehen und zu wenden, wie es das Aufsuchen des gewünschten Spiegelbildes mit sich bringt. Souchet, dessen Parole war: Kompendiosität, Berloquehaftigkeit! hat den Stiel fortgelassen. Man soll das Prisma, Daumen unten, die anderen Finger oben, vor das Auge halten, die Finger aber so gewölbt, daß man unter dem Bogen fort über das Instrument visiren kann, um das Bild nach den Richtungsmarken der Messungsbasis einzustellen.

Das russische Artilleriejournal illustrirt diesen Instruktionsparagraphen durch das Brustbild eines Infanteristen, das ziemlich groß ausfallen mußte, um den kleinen Apparat zwischen den Fingern vor dem Auge sichtbar zu machen.

Wie Text und Abbildungen von den „Mittheilungen" ganz getreu wiedergegeben sind, so ist auch der visirende Infanterist nicht unterblieben, aber gleichfalls „übersetzt aus dem Russischen".

Nachdem in den Wiener „Mittheilungen" die Originaleinrichtung von Souchet (die gebrochene Okularseite) geschildert worden, wird die abgestufte Objektivseite mit den Worten eingeleitet: „Das Prinzip des beschriebenen Instrumentes wurde für die Konstruktion eines anderen Distanzmessers Balbreck-Souchet benutzt." Das russische Artilleriejournal hat einen besonderen Abschnitt mit der Ueberschrift: „Berloque-Fernmesser Souchet"*) Es heißt dann: „Ungeachtet des rein spielzeugartigen Aussehens unterscheiden sich die Angaben, die dieses Modell macht, kaum von denen des nach dem ersten Modell konstruirten Instrumentes."

Bei Letzterem beträgt die Länge des Rechtwinkelschenkels 7 cm; bei dem „Berloque" nur 3 cm. Letzteres ist in „französisch Gold" (Talmi) gefaßt (das ältere hatte Holzfassung) und hat seiner geringen Größe wegen eine mikrophotographisch hergestellte Entfernungstabelle, die nur mittelst einer (am Instrumente befindlichen) Vergrößerungslinse lesbar ist.

Ein loser Ring am C-Winkel begünstigt die Verwendung als Uhrberloque.

Eine „Blende" ist nicht angebracht.**)

Der russische Bericht schildert sodann den Weg des Lichtstrahles sehr ausführlich, — sogar ermüdend. Nachdem er nämlich — wie auch hier geschehen — von der abgestuften Objektivseite ausgehend durch das Prisma hindurch in das Auge des Beobachters gelangt ist, fährt er fort: „Wir wollen nun sehen, was aus den Bildern wird, wenn wir das Instrument mit dem zusammenhängenden Glase nach dem Gegenstande, dagegen mit den getrennten Gläsern nach dem Auge kehren." Also kurz: wenn wir Okular- und Objektivseite die Rollen tauschen lassen. Daß der Grundriß eines Weges nicht geändert wird, ob man

*) Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß die Russen in der Aufnahme von Fremdwörtern nicht prüde sind, daß sie dieselben aber entschlossen orthographisch russifiziren. Wir trauen Jedem zu, daß er wissen werde, wie er „Souchet" auszusprechen hat; die Russen schreiben „Dalnomjärr-brelock Ssusche". Bei Gebilden wie „von der Schalonskischen Schießschule" kann der Deutsche aber fast stutzig werden und den ihm unbekannten Ort „Schalonski" gar nicht sofort als Chalons erkennen.

**) Der russische Artikel hat für Blende die Vokabel „chomutt", d. h. Kummet, oder vielmehr unser „Kummet" ist „chomutt".

Letzteren von A nach Z oder von Z nach A geht, hätte doch keines Nachweises bedurft!

Auch gegen die erste Schilderung läßt sich zweierlei einwenden. Zunächst wird der Brechungskoeffizient $n = 1{,}5$ gesetzt, obgleich ausdrücklich bemerkt wird, das Material des Prisma sei „Phlintglass". Mit $n = 1{,}5$ rechnet allerdings auch ein klassisches Werk (Elemente der Vermessungskunde von Max Bauernfeind), aber dort wird die Zahl zu allgemeinen Nachweisen als eine bequeme runde benutzt, „die mit der für Kronglas gültigen auch nahehin übereinstimmt"; im vorliegenden Falle kommt es aber auf sehr subtile Winkelwerthe an.

Es ist angeführt, daß Souchet den Multiplikator 50 anstrebt, und da 50 die ctng 1° 8,76′ ist, die Abschrägung $\delta = \frac{1}{n-1}\alpha = 1° 43{,}55'$ zu machen sei.

Daß im Artilleriejournal von $50 = \text{ctng}\ \alpha$ auf $\alpha = 1° 20'$ geschlossen wird, ist doch etwas anstößig Zuletzt kommt der Berichterstatter zu dem Schlusse, daß, „um die Lichtstrahlen um einen Winkel α voneinander zu trennen, nothwendigerweise die Flächen der oberen und unteren Hälfte des Eintrittsglases unter einem Winkel von 2α gegeneinander geneigt sein müssen". Das gäbe also $\delta = 2 \times 1° 20' = 2° 40'$ und dies wäre die Zahl, die für den Glasschleifer bindend wäre. Wenn demselben $\delta = 2° 40$, gelingt, so hat er damit nach unserer Rechnung $\alpha = (n-1)\ \delta = 0{,}664\ \delta = 1{,}771° = 1° 46{,}26'$ erzielt. Es ist dann $\text{ctng}\ \alpha = 32{,}42$ statt $= 50$ wie beabsichtigt.

Betreffs des Instrumentengebrauches selbst heißt es: „Wir wollen annehmen, ich halte das Telemeter in der linken Hand mit den zweifachen Gläsern (der Abstufung) nach dem Gegenstande zu, der sich mir zur Rechten befindet. . . ." „Gesetzt nun, die Außenfläche der oben befindlichen Hälfte des Glases" (also die Fläche CB′ des Normalprisma) „stehe senkrecht auf der Richtung nach dem Gegenstande zu. Dann giebt der Lichtstrahl, der ohne gebrochen zu werden einfällt, nach der totalen Reflexion" (sollte doch heißen nach zweimaliger t. R.) „wie in der Camera lucida das Bild (G_1), welches sich auf der Rechtwinkligen zu der zu messenden Entfernung befindet. Das in die untere Hälfte fallende Licht geht unter Brechung weiter. . . ."

Der Berichterstatter zieht also nur den in die obere Stufe rechtwinklig eintretenden Strahl in Betracht. Er spricht konsequenterweise weiterhin auch nur vom Reflektiren des Strahles im oberen Prisma unter 22,5° (nach unserer Bezeichnung $(90-\sigma') = (90-\sigma'') = 22{,}5)'$ und somit sagt er zwar nicht ausdrücklich, läßt aber den in der Optik nicht ganz gut Beschlagenen herauslesen, daß das Normalprisma, um seiner Aufgabe gerecht zu werden und den rechten Winkel zum Felddreieck beizusteuern, rechtwinklig getroffen werden müsse, ein schiefes Getroffenwerden (nach unserer Bezeichnungsweise ein $\lambda_{i(\mathfrak{N})} = \lessgtr 0$) nicht vertrage!

Der russische Berichterstatter wird es gewiß besser gewußt haben; es ist aber doch zu bedauern, daß er sich nicht beruhigender ausgedrückt, daß er nicht deutlich gesagt hat: „Es ist gleichgültig, wie das Licht einfällt, — vorausgesetzt, daß zweimalige Reflexion zu Stande kommt; das Prisma liefert stets zwei Bilder, die im Auge des Beobachters konstant unter dem Winkel erscheinen, der gleich dem Spitzenwinkel des Felddreieckes, dessen „Parallaxe" gleich ist."

Wer aus der russischen (in den Wiener „Mittheilungen" genau wiedergegebenen) Beschreibung herausliest, das rechtwinklige Einfallen des Lichtes in die Objektivebene des Prismas sei Bedingung des Gelingens, des richtigen Fungirens, der muß an der Zuverlässigkeit des Apparates zweifeln. Denn wie könnte rechtwinkliger Strahleinfall kontrolirt und garantirt werden?

Praktisch würde sich der Leser des russischen Berichtes allerdings sofort eines Besseren belehren können. Wenn er richtig verfährt, d. h. zweimalige Reflexion zu Stande bringt, dann bleibt das Bild, sobald er es eingefangen hat, stehen, wie er dann auch das Prisma rechts oder links schwenkt. Er verliert das Bild nur, wenn er zu weit schwenkt. Wenn er zur Gegenprobe nur einmalige Reflexion hervorbringt, dann ist das Bild beweglich; bei der leisesten Schwenkung des Prismas ändert sich also der Winkel, den die Richtung auf das Bild mit der Richtung auf den Gegenstand der Spiegelung macht. Dasselbe würde geschehen, wenn es auch bei der zweimaligen Reflexion nicht gleichgültig wäre, unter welchem Winkel das Licht das Prisma trifft.

Die in Rede stehende Demonstration — wörtlich „ad oculos" — giebt ein dreiseitiges Prisma noch deutlicher als das vierseitige, denn bei ihm ist die einmalige Reflexion und infolge dessen die Winkeländerung und das Tanzen der Bilder das leicht Eintretende; es zur zweimaligen Reflexion zu bringen, ist hier schwieriger, dann aber steht das Bild, und das Prisma ist das Bewegliche. Der Winkel, den dasselbe bestimmt, ist konstant, der Einfallwinkel das Variable — selbstverständlich in den Grenzen, in denen es überhaupt zur Spiegelung kommt.

Die geometrische Grundlage des Distanzmessers Souchet-Balbreck: „b = a ctng α" ist einfach und unanfechtbar; aber ebenso unabwendbar ist, daß α nur klein sein kann, und daß kleine Unterschiede kleiner Winkel große Kotangenten-Unterschiede ergeben. Mildern kann nur sehr genaue Winkelbestimmung. Unser Gewährsmann bemerkt: „Nach den in Rußland durchgeführten Versuchen betrug der mittlere Fehler (15 Versuche) 5 Prozent; die Zeit zur Durchführung einer Messung im Mittel zwei Minuten; der Beobachter war im Distanzmessen weder geübt, noch besaß er ein gutes Auge." *)

Die Ueberschrift des vorliegenden Aufsatzes und sein Eingang enthalten den Hinweis auf einen Vorgänger (der Souchet-Balbreckschen Novität). Es ist „Vorgänger" gesagt, nicht „Vorbild", weil es wahrscheinlich ist, daß weder der Instrukteur der französischen Infanterieschießschule und sein Pariser Mechanikus noch die Berichterstatter des russischen Artilleriejournals und der österreichischen Komitee-Mittheilungen Kenntniß gehabt haben von der „Patentschrift Nr. 6915. Friedrich Neesen in Berlin. Entfernungsmesser. Patentirt im Deutschen Reiche vom 11. Dezember 1878 ab."

Neesen ist Professor der Physik an der Artillerie- und Ingenieurschule in Berlin (auch Privatdozent der Berliner Universität; Mitglied des Patentamtes). Die geometrische Grundlage

*) Eine kurze Notiz über den Souchetschen Telemeter befindet sich im 13. Jahrgange von „Das neue Universum" (Stuttgart 2c., Union, Deutsche Verlagsanstalt). Dort wird angegeben, der Durchschnittsfehler betrage 25 m auf das Kilometer, d. h. 2½ Prozent mit dem Hinzufügen: „was für einen deutschen Offizier nicht verlockend sein dürfte." Der Einsender dieser Notiz ist demnach recht anspruchsvoll.

des Entfernungsmeſſers, dem das Patent gilt (Abbild. 4), iſt die am Inſtrumente materiell dargeſtellte Baſis 2a eines gleichſchenkligen Dreiecks, variabel und auf Millimeter genau meßbar, und der konſtante Baſiswinkel ($90-\alpha$). Die geſuchte Entfernung iſt demnach die Höhe des Dreiecks, $b = a \operatorname{ctng} \alpha$. Beide Baſiswinkel ſind durch Spiegel feſtgelegt. Die beiderſeitigen Spiegelbilder erfahren eine zweite Spiegelung in einem in der Mitte der Baſis angeordneten Winkelſpiegel.*) Ein in der Richtung der Dreieckshöhe befindliches Fernrohr zeigt gleichzeitig den Fernpunkt G (die Dreiecksſpitze) direkt oberhalb des Winkelſpiegels und in zweimaliger doppelter Spiegelung in den beiden Ecken des Winkelſpiegels.

Das in Abbildung 4 ſchematiſirte Inſtrument iſt augenſcheinlich das Doppelte des geometriſch unbedingt Nothwendigen: das rechtwinklige Dreieck, welches die Hälfte des gewählten gleichſchenkligen bildet, würde ebenfalls $b = a \operatorname{ctng} \alpha$ ergeben haben. Die Verdoppelung hat zunächſt den äſthetiſchen Vorzug des gefälligen harmoniſchen Ausſehens und den techniſchen Vortheil, eine ſichere Ausbalancirung des ziemlich gewichtigen Apparates zu gewähren. Außerdem liegt in der Verdoppelung eine Kontrole für das korrekte Funktioniren des Inſtrumentes.

Durch ſorgfältig und gleichmäßig getheilte Zahnſtangen und ein beiden gemeinſchaftliches Getriebe werden die Baſisendſpiegel ſo gleichmäßig ſeitlich verſchoben (alſo a verlängert oder verkürzt), daß, wenn außerdem beide Spiegel genau unter demſelben Winkel

*) Der Ausdruck „Winkelſpiegel" wird hier angewendet, weil die Patentſchrift ihn anwendet. Eigentlich hätte das nicht geſchehen ſollen, weil die in Rede ſtehende Vokabel in der Vermeſſungskunde bereits ihre Bedeutung hat, und zwar dasjenige von Adams in London erfundene Inſtrument bezeichnet, das der Vorgänger der Winkelprismen war. Bei demſelben ſind zwei Spiegel mit den Vorderſeiten und unter 45° gegeneinander geſtellt und geſtatten dadurch das Abſtecken von 90°-Winkeln im Felde. Neeſen ſetzt ſeinen Winkelſpiegel ſo zuſammen, daß zwei Planſpiegel, Rücken an Rücken, unter 90° zuſammenſtoßen. Dieſe Kombination gab es auch ſchon anderweitig; ſie dient, um ſich zwiſchen zwei Punkten einzurichten. Das geſchieht auch hier. Der „Mittelecksſpiegel" (ſo hätte er vielleicht genannt werden können), bringt die Bilder der Baſisendſpiegel in die gerade Verbindungslinie beider.

$45 + \frac{\alpha}{2}$ zur Basis stehen, irgend ein Gegenstand G im Vorfelde, der dem durch das Fernrohr Blickenden oberhalb des Winkelspiegels direkt erscheint, zugleich in jeder der beiden Ebenen des Winkelspiegels durch doppelte Spiegelung sichtbar wird. Das Objekt G, z. B. ein Kirchthurm, Schornstein, Baum, eine Telegraphenstange — tritt bei einem gewissen Abstande der Basisendspiegel, der etwas mehr als a beträgt, an der Außenkante in das Gesichtsfeld des Winkelspiegels; es erscheinen gleichzeitig zwei Spiegelbilder. Mit der geeigneten seitlichen Verschiebung der Endspiegel bewegen sich für den Beobachter bei A die beiden Spiegelbilder im Winkelspiegel auf einander zu, treffen sich in einem gewissen Augenblicke an der Verbindungskante der beiden Ebenen des Winkelspiegels und verschwinden. Diesen Vorgang stellt Abbildung 4 dar; die augenblicklich wirksamen Lichtstrahlen sind durch strichpunktirte Linien nachgewiesen.

In diesem Augenblicke (des Verschwindens) ist das Maß a abzulesen und danach $b = a \operatorname{ctng} \alpha$ zu berechnen, bezw. bei entsprechender Beschreibung des auf der Basisschiene eingravirten Maßstabes direkt der Werth b abzulesen.

Bei Zustellung seiner Patentschrift machte Professor Neesen dem Unterzeichneten gegenüber die Bemerkung: „Das praktisch ausgeführte Modell ist natürlich etwas anders ausgefallen.“ Allerdings Und ziemlich sehr anders!

Dieses Modell (augenblicklich im Physik-Arbeitssaale der Artillerie- und Ingenieurschule aufgestellt), ist auf der vor drei Jahren in Köln stattgehabten Ausstellung für Kriegswissenschaft gewesen. Da könnte es freilich Kapitän Souchet gesehen haben; es mag ihm aber wohl nicht aufgefallen sein.

Die eben besprochene Verdoppelung ist in dem Modell aufgegeben: statt des gleichschenkligen fungirt das rechtwinklige Dreieck. Liegt schon darin eine Annäherung an Souchet, so wächst die Aehnlichkeit dadurch, daß ausgeführt ist, was in der Patentschrift nur als Eventualität aufgestellt war. Dort findet sich der Satz: „Die Spiegel können eventuell durch total reflektirende Glasprismen ersetzt werden.“

Was diese Worte in unscheinbarer Form als zuläßig, als fakultativ hinstellen, war mehr als das, es war obligatorisch, unerläßlich, „um“ — wie der Erfinder später wörtlich erklärte —

„von der unausbleiblichen Aenderung der Spiegelstellung bei der Verschiebung frei zu sein."

Es ist bekannt, daß alle Spiegelinstrumente Korrektionsschrauben haben, weil es technisch unmöglich ist, irgend eine Spiegelstellung für alle Zeit unverrückbar festzuhalten. Bei dem in Rede stehenden Instrument muß der Basisendspiegel verschiebbar sein; es tritt eine neue technische Unmöglichkeit hinzu: eine Geradführung ohne die leiseste Seitenschwankung oder -schwenkung. Es handelt sich endlich um ein Instrument für den Kriegsgebrauch, das handlich und handfest und jeden Augenblick ohne Kontrole und Korrektur zur Hand und gebrauchsfähig und zuverlässig sein soll und dessen Zuverlässigkeit gleichwohl von der Innehaltung eines Winkelwerthes auf die Sekunde genau abhängig ist! Nach alledem darf man schon sagen: Der Fernmesser Reesen mit Planspiegeln wäre kein kriegsbrauchbares Instrument gewesen, wenn er zur Ausführung gekommen wäre.

Glücklicherweise hat das total reflektirende Prisma bessere katoptrische Eigenschaften als der Planspiegel.

Es mag zunächst nachgewiesen werden, wie das Instrument arbeiten soll. Es wird dann zu untersuchen sein, ob und welchen Einfluß kleine Unvollkommenheiten des Mechanismus, namentlich in der Geradführung des verschiebbaren Prismas II — auf die Zuverlässigkeit der Winkelbestimmung durch die Prismen ausüben.

Die Messungsmethode Souchet stimmt so genau mit der vor ihm von Reesen befolgten, daß, nachdem Erstere in Abbildung 2 schematisirt worden ist, wir für Letztere keiner besonderen Zeichnung bedürfen. Wir haben bei Reesen gleichfalls ein rechtwinkliges Dreieck, dessen eine kurze Kathete gemessen wird, um (als die andere Kathete) den gesuchten Abstand zu berechnen; es liegt gleichfalls der rechte Winkel am jenseitigen Ende der Basis und am diesseitigen der zweite Winkel $= 90 - \alpha$, und es dienen endlich zweierlei Winkelprismen zum Abstecken oder Bestimmen der beiden erfordlichen Winkel. Wenn Reesen seine beiden Prismen aufeinander kitten wollte, dann hätte er genau das Balbreckſche Prisma.

Das von Souchet ausgedachte und von Balbreck nur in anderer Form gebrachte Kombiniren der zwei Prismen in demselben Glaskörper hat nichts mit der Methode zu thun; man verwendet den einen Glaskörper nicht gleichzeitig und an demselben

Orte in seinen beiden Theilen, man bestimmt die Winkel getrennt; man könnte eben so gut zwei Berloques an der Uhrkette haben.

Da sich nun Souchet für einen Glaskörper entschieden hat, der die erforderlichen zwei Prismen vereinigt enthält, so müssen zwei räumlich getrennte Operationen stattfinden. Da sich überdies Souchet für die im Felde abzusteckende und zu vermessende Basis entschieden hat, so bedarf er um der unvermeidlichen Rohheit dieser Bestimmungsweise willen einer längeren Basis und zweier räumlich merklich getrennten Aufstellungen.

Reesen hat seine Prismen gesondert, aber beide auf dieselbe Basis, eine Metallschiene, gesetzt, und vollführt die doppelte Winkelbestimmung an demselben Orte in einer Handlung.

Daß das Wollastonprisma für den vorliegenden Zweck geeigneter ist als das dreiseitige, wird nachgewiesen werden; das Reesensche Instrument hat aber nun einmal — für jetzt wenigstens — dreiseitige Prismen, und darum, sowie um eben den Nachweis der Vorzüglichkeit des vierseitigen zu führen, ist es angezeigt, uns das dreiseitige Prisma ebenso etwas näher anzusehen, wie wir es mit dem vierseitigen gethan haben.

In Abbildung 5 ist unter Ia das rechtwinklig-gleichschenklige Prisma als Rechtwinkelbestimmer in seiner günstigsten Lage dargestellt. Der Strahl trifft rechtwinklig auf eine Kathete, geht ungebrochen aus Luft in Glas, reflektirt an der Hypotenuse unter $\sigma = 45°$, trifft daher die andere Kathete wieder rechtwinklig und geht ungebrochen aus Glas in Luft zurück. Der Luftstreckenschnittpunkt S fällt mit dem Reflexpunkte R zusammen und $\angle \omega$ ist $= 2\sigma = 90°$.

Das dreiseitige Prisma, wie hier angenommen, nur eine Reflexion veranlassend, wirkt wie ein Planspiegel. Bei Letzterem findet kein Wechsel der Mittel statt, darum auch keine Brechung, nur die Reflexion; beim Prisma dagegen tritt Brechung auf, sobald der Strahl die Grenze zwischen Luft und Glas unter dem Winkel $\lambda_1 \gtrless 0$ trifft.

Wie schon früher angeführt, bezeichnet man λ_1 als positiv, wenn der Winkel dem Quadranten zwischen Loth- und Dreiecksspitze (A oder B in Abbildung 5) angehört; als negativ, wenn der Strahl zwischen dem Loth und dem der spiegelnden Seite gegenüberliegenden Winkel (C in Abbildung 5) einfällt. Je nachdem

ist der Winkel α, den die Luftstrecken bilden, größer oder kleiner als 90°.

Die beiden Fälle sind unter Ib und Ic in Abbildung 1 dargestellt. Das bei Darlegung der Theorie des Wollastonprisma benutzte Viereck CE,SE′ ist nur bei rechtwinklig einfallendem Strahle (wie in Ia) ein Rechteck oder Quadrat; ist λ_1 nicht Null und ist es positiv (wie in Ic), so ist der Winkel bei S

$$\omega = 360 - [C + (90 - \lambda_1) + (90 - \lambda')]$$
$$= 180 - C + (\lambda_1 + \lambda')$$

Ist dagegen λ_1 nicht Null und ist es negativ (wie in Ib), so ist

$$\omega = 360 - [C + (90 + \lambda_1) + (90 + \lambda')]$$
$$= 180 - C - (\lambda_1 + \lambda').$$

Diese Ausdrücke gelten für jedes Dreieck; es kann $C \lessgtr 90$ sein; beim gleichschenklig-rechtwinkligen ist $180 - C = 90$.

Wir kamen auf diesen Ausdruck, als der Nachweis geführt werden sollte, daß das Wollastonprisma einen konstanten Winkel angäbe, auch wenn $C \lessgtr 90 = 90 \pm \delta$ wäre, und der Beweis wurde trotz der Anwesenheit der Variablen λ_1 und λ' als geführt erkannt, weil bei der notorischen Geringfügigkeit des Werthes von δ die abgekürzte Brechungsformel angewendet werden konnte und dann λ_1 und λ' nur als Funktion von δ auftraten.

Diese Folgerung ist jetzt nicht zulässig, denn es muß jetzt mit jedem beliebigen Werthe von λ_1 zwischen 0 und 90 gerechnet werden.

Das Ergebniß der Betrachtung lautet in Worten:

Dreiseitige Prismen mit einmaliger Reflexion geben ebenso wechselnde Reflexionswinkel wie Planspiegel, sie spiegeln genau so wie es ein im Punkte S rechtwinklig zu dessen Halbirungslinie stehender Planspiegel thun würde. In den Darstellungen Id und Ie ist veranschaulicht, wie dem erkannten Uebelstande abgeholfen werden kann: indem man (wie es beim vierseitigen Prisma geschieht), zweimalige Reflexion zu Stande bringt.

Es ist bei Beginn der theoretischen Erörterung über das vierseitige Prisma vor dem Irrthum gewarnt worden, ein einmal gespiegeltes Bild statt des erforderlichen zweimal reflektirten zu nehmen. Die Gefahr dieses Irrthums ist bei dem dreiseitigen Prisma erheblich größer. Dieses giebt das einfache Spiegelbild

willig her; das zweimal gespiegelte ist nicht leicht zu finden. Der Anblick der Strahlwege in den Figuren Id und Ic der Abbildung 5 und deren Vergleich mit Ia und Ic der Abbildung 1 macht dies sehr anschaulich. Im Vierseitprisma vollzieht der Strahl Brechung und Reflex in gefälliger Rundung; im Dreieck muß er ein ängstliches Zickzack bilden. Das sieht man freilich nur in der Zeichnung, aber man erfährt es beim Sehen durch das Prisma. Das einfache Spiegelbild ist hell und klar, man hat auch sofort nach dem Augenmaß die passende Richtung, denn wenn man zuerst den Gegenstand ins Auge faßt, das Prisma mit der Kathete AC gerade quer vor dem Gesicht, und macht dann links um, so ist das erste Bild in der Regel sogleich da; wie schief man dagegen das Prisma vor das Auge bezw. dem Objekte gegenüber halten muß, um das zweimal gespiegelte Bild einzufangen, zeigen Id und Ic. Sie zeigen auch, daß Ein- und Austritt nahe an den Ecken erfolgen muß, damit innerhalb des Glases Platz für den Zickzackweg des Strahles bleibt.

Und dieser Weg ist von großem Einfluß auf die Natur des Bildes; dasselbe ist erheblich trüber, die Linien sind zu Krümmungen geneigt, und die Farbenzerstreuung ist sehr merklich. Das sicherste Mittel, sich vor Irrthum zu bewahren, ist das schon oben hervorgehobene Verhalten der Bilder. Das durch einmalige Reflexion erzeugte hat genau jene Beweglichkeit, die Jeder vom Planspiegel aus täglicher Erfahrung kennt; das doppelt gespiegelte steht im Raume still; es verschwindet nur, wenn bei Drehung des Prismas die Ränder des Gesichtsfeldes dasselbe überschreiten.

Nach dem bei dem vierseitigen Prisma Nachgewiesenen wird es selbstverständlich erscheinen, daß auch dem dreiseitigen Winkel müssen gegeben werden können, die dasselbe einen anderen konstanten Winkel als den von 90° liefern lassen, wie dies das dieseitige Prisma des Neesenschen Instrumentes verlangt. Aber welche Winkel werden dieser Forderung entsprechen? Darauf kann nur die Geometrie antworten.

Gehen wir von dem in seinen Winkeln ganz unbestimmten Dreieck der Abbild. 3 aus, dessen ∠ bei $A = 2\varphi$; ∠ bei $B = (90 - \varphi) - \delta$; ∠ bei $C = (90 - \varphi) + \delta$ sein mag.

Der ankommende Strahl treffe die Seite BC in E, unter ∠ λ, erfahre die erste Reflexion in R, unter ∠ σ'; die zweite in Punkt R_2 der AB und trete in E' der AC unter λ' aus. Das

Loth L_1 der BC (der Eintrittsseite) schneidet das Loth L_2 der AC (die Halbirungslinie des $\angle 2\sigma'$) unter $\angle C$; das Loth L_2 schneidet das Loth L_3 der AB (die Halbirungslinie des $\angle 2\sigma''$) unter $\angle A$. Es ergeben sich die Beziehungen:

Aus $\triangle E_1 L_2 R_1$ daß $(\sigma' + \gamma_1) = \angle C = 90 - \varphi + \delta$; aus dem $\triangle R_2 R_1 L_3$ daß $\sigma'' = \sigma' - A = A - \gamma'$. Es ist also:

$$\gamma' = 2A - C - \gamma_1 = 4\varphi - ([90 - \varphi + \delta] - \gamma_1)$$
$$= 5\varphi - (90 + \delta) + \gamma_1$$

Aus γ' ergiebt sich λ'.

Der Schnitt L des ankommenden Strahles mit der Verlängerung der Seite AB, die rückwärtige Verlängerung des austretenden Strahles bis zum Schnitt mit der Seite AB in H, endlich der Schnitt der Luftstrecken in S ergeben das Dreieck SHL, in welchem der Winkel bei $S = \omega = 180 - (\angle L + \angle H) = 180 - (\angle B - (90 - \lambda_1)) - (\angle A + (90 - \lambda')) = 180 - (A + B) + (\lambda' - \lambda_1) = (90 - \varphi + \delta) + \lambda' - \lambda_1 = \omega = C + (\lambda' - \lambda_1)$.

Dieser Ausdruck zeigt den Einfluß des Winkels, unter welchem das Licht das Prisma trifft, zugleich aber auch, daß der Winkel konstant und zwar $= C$ wird, sobald Aus- und Eintrittswinkel gleich groß sind. Also auch wenn die beiden Winkel γ gleich groß sind.

Es ist ermittelt worden, daß

$$\gamma' = 5\varphi - (90 + \delta) + \gamma_1 \text{ ist;}$$

demnach find die beiden γ gleich groß, sobald $5\varphi = (90 + \delta)$ ist.

Damit das Prisma den Winkel ω angiebt, ist also der zwischen Strahleintritt und erster Reflexion liegende Winkel $C = \omega$ zu machen.

Da das Verhältniß $\frac{A}{C} = \frac{2\varphi}{90 - \varphi + \delta}$ ist und $\delta = 5\varphi - 90$ sein muß, so folgt $A = \frac{2\varphi}{90 - \varphi + (5\varphi\ 90)} C = \frac{C}{2} = \frac{\omega}{2}$.

Es ändern sich nur die Reflexwinkel

$$\sigma' = \omega - \gamma;\ \sigma'' = \frac{\omega}{2} - \gamma.$$

Abbild. 3 ist insofern zu Abbild. 2 in Beziehung gebracht, als das in Ersterer dargestellte Prisma den Winkel liefert, der in Letzterer als $90 - \alpha$ angenommen ist.

So verhalten sich in dem Neefenschen Instrumente dessen Prismen: das vordere, verschiebbare, liefert den rechten Winkel repräsentirt in Abbild. 5 durch Id und Ie d. h. auf zweimalige

Spiegelung berechnet). Das hintere, am Instrumente feste Prisma hat die leichte Abschrägung, die der Nicht-Rechte verlangt (und die in Abbild. 3 nur der Deutlichkeit wegen in der Zeichnung arg übertrieben ist).

Um das Instrument nicht unhandlich werden zu lassen, wird die Basis schwerlich länger als ein Meter gemacht werden können. Stellt man die Forderung, Entfernungen bis zu 2000 m bestimmen zu können, so muß man $\operatorname{tng} \omega = \operatorname{ctng} \alpha = 2000$ annehmen.

Bei so kleinen Winkeln, in Minuten ausgedrückt, ist $\operatorname{ctng} \alpha = \frac{3438}{\alpha}$. Also ist zu machen $\alpha = \frac{3438}{2000} = 1{,}719$ Minuten

Der Winkel C des hinteren festen Prismas $= 89° 58{,}281'$; sein $\angle A = 44° 59{,}14'$. Wie steht es nun aber mit dem Messen der Basis? Abmessen läßt sie sich auf Zehntel-Millimeter, und das ist sehr erwünscht, denn man schließt von ihr auf das Zweitausendfache. Aber wo sind Anfang und Ende der Basis?

Diese für die Zuverlässigkeit des Instrumentes bedeutsame Frage verdient Inbetrachtnahme. Abbild. 7 dient zur Erläuterung.

Angestrebt wird Parallelität der Seiten AC beider Prismen und rechtwinklige Stellung derselben zur optischen Achse des Fernrohrs. Das vordere Prisma, gleichschenklig-rechtwinklig, kann in dieser Lage zweimalige Reflexion nicht leisten; braucht es aber auch nicht, denn die einmalige liefert den Spiegelungswinkel von 90°.

Das hintere Prisma kann und muß durch zweimalige Reflexion den Winkel $\omega = 90 - \alpha$ bestimmen. Die Möglichkeit ist jedoch sehr beschränkt. Der Punkt E, wo (in diesem Falle unter rechtem Winkel) der Strahl das Medium wechselt, liegt sehr nahe an A. Es ist nöthig, daß das Verhältniß $\frac{E_1 A}{E_1 C} < \frac{\cos \omega}{1 - \cos \omega}$ ist, denn wenn es Letzterem gleich wäre, würde der Rückstrahl $R_1 R_2$ auf die Prismenecke C treffen, also keine zweite Zurückwerfung mehr stattfinden. Rückt E_1 noch weiter rechts, so wird selbstredend die Leistung des Prismas für den vorliegenden Zweck völlig werthlos.

Man muß mit der Unvollkommenheit aller mechanischen Vorrichtungen rechnen; unvermeidlich werden Verdrehungen der Prismen aus ihrer Normalstellung zur optischen Achse vorkommen. So arg freilich nicht wie die Zeichnung, um deutlich zu sein, es darstellt.

So weit darf es allerdings nicht kommen, daß es nicht mehr möglich wäre, Zwei-Reflexions-Bilder des ausgewählten Fernpunktes durch beide Prismen zu erhalten.

Die Seitenlänge des Prismas ist ein so winziges Maß im Verhältniß zur zu messenden Entfernung, daß unbedingt alle auf das Prisma treffenden Strahlen als unter sich parallel angenommen werden können; aber sobald eins der Prismen eine Schwenkung macht, kann es nicht mehr derselbe Strahl sein, der das Bild in das Auge des Beobachters leitet.

Bei der Normalstellung (Abbild. 7 unter „Angestrebt") ergiebt sich der Punkt S, des hinteren Prismas als Null und Ausgangspunkt der Basismessung. Punkt S', mit R zusammenfallend, am vorderen Prisma liefert den Endpunkt. Bei der in der Zeichnung angenommenen Verdrehung (Abbild. 7 unter „Unvermeidlich") rückt der Nullpunkt nach S_1, also etwas vor (wenn das Prisma links geschwenkt hätte, würde er zurückgewichen sein); beim vorderen Prisma sind S und R jetzt merklich getrennt und S'' ist gegen S' zurückgegangen. In der Normalstellung war $S_1 S'$ die Basislänge; nach der stattgehabten Verdrehung ist es $S_{11} S''$ weniger als $S_1 S'$. Dies sieht man in der Zeichnung deutlich, und man könnte den Unterschied messen, aber in der Wirklichkeit sieht man es nicht, hat keinerlei Anhalt. Man wird also wohl von Mitte zu Mitte messen. In der Zeichnung (die die Prismen etwa in natürlicher Größe darstellt) ist $S_1 S'$ 9 mm länger und $S_{11} S''$ 5 mm kürzer als der Abstand der Prismenmittelpunkte.

So arge Verdrehungen (sie sind zu 30 Grad gezeichnet) kommen nicht vor, und wenn selbst .... ein Millimeter am Maßstabe repräsentirt, wenn es hoch kommt, 2 m der wirklichen Entfernung!

Ueber diese Fehlerquelle wird man sich also beruhigen können.

Es versteht sich von selbst, daß jedes Instrument geprüft werden muß, indem man durch dasselbe (unter möglichster Verwerthung der ganzen Basislänge) die Dreiecksspitze im Felde bestimmt und auch die lange Kathete ausmißt. Lange, gerade, wenig oder gar nicht von der Horizontale abweichende Chaussee- oder Bahnstrecken, die ja abgesteint sind, würden dabei gute Dienste leisten. Wenn der Quotient der wirklich vermessenen Katheten nicht merklich von dem angestrebten Augmentationskoeffizienten

oder Multiplikator (wir hatten 2000 angenommen) abweicht, so wird man es dabei bewenden lassen, d. h. man wird an der Prismenabschrägung nichts mehr ändern, auf dem Exemplare aber den ihm innewohnenden Multiplikator sicher und unverlierbar verzeichnen.

Daß Reesen das dreiseitige Winkelprisma angewendet hat, hat durchaus keine prinzipielle Bedeutung. Als er dem Unterzeichneten sein Instrument vorzeigte, bemerkte er aus freien Stücken, er hätte lieber vierseitige Prismen genommen; solche seien ihm aber nicht zur Hand gewesen; wohl aber dreiseitige; er plane auch noch immer einen Umtausch. Ganz neuerdings theilte er mit: Jetzt habe er ein vierseitiges Prisma für das physikalische Kabinet der Artillerie- und Ingenieurschule beschafft erhalten.

Es ist namentlich das eine stets spitzwinklige σ des Dreiseits, welches viel Licht verzehrt, das Vierseit hat nur stumpfe Reflexionswinkel.

Daß Reesens Basis nur etwa ein Vierzigstel so lang ist wie diejenige seiner Konkurrenten wird ihm kaum als Nachtheil angerechnet werden dürfen, denn ein von modernen Präzisionsmechanikern hergestellter Metallmaßstab, auf dem man (mittelst Nonius oder von geübten Augen durch Schätzung) Zehntelmillimeter ablesen kann, dürfte an Zuverlässigkeit mehr als das Vierzigfache einer flüchtigen, rohen Längenmessung mittelst Band- oder gar nur Schrittmaß gewähren. Der Vortheil der Unabhängigkeit von örtlichen Schwierigkeiten und Hindernissen und derjenige der viel größeren Geschwindigkeit der ganzen Operation ist unbedingt auf Seiten Reesens. Aber der Apparat ist unvermeidlich groß und schwer. So groß und schwer wie der ausgeführte braucht er übrigens nicht zu sein. Ein Stativ erscheint nicht unerläßlich; dem ganzen Instrumente könnte wohl die Form gegeben werden, daß es nur als eine Verlängerung des zugehörigen Fernrohrs erschiene. Wenn ein solches auch zu schwer ausfiele, um freien Anschlag des Beobachters zu gestatten, so würde es doch genügen, daß ein Zweiter das Vorderende hielte und die Verschiebung des vorderen Prismas besorgte. Freilich — der Souchet-Balbreckſche Fernmesser, den man bequem in der Tasche oder gar an der Uhr als Berloque tragen kann, hat etwas Verlockendes! Man übersieht, daß das Berloque nicht der ganze Fernmesser ist, sondern eben nur

ein Doppelwinkelprisma, und daß dasjenige, was noch fehlt, die Basislänge, nicht selten so schwer oder so unsicher zu beschaffen sein wird, daß die ganze Operation versagt.

Unsere Quelle, das russische Artilleriejournal, geht recht leichten Herzens über diesen Punkt hinweg: „Man messe den Abstand der beiden Stationen mit dem Meterstabe, oder schreite ihn ab, oder schätze ihn!" Nun, wer so sicher im Schätzen ist, daß er es wagen kann, seine Schätzung mit 50 zu multipliziren, der wird wohl auch das Fünfzigfache direkt schätzen können.

Bei alledem . . . der Fernmesser Souchet-Balbreck — wenn er auch manchmal versagen wird — wird in vielen Fällen nützlich sein, und es kann jedenfalls nicht schaden, wenn jede Kompagnie und jede Schwadron ein Exemplar besitzt; Feldwebel und Wachtmeister mögen das Berloque an ihrer Uhr tragen. Der Aufwand wäre nicht groß: das größere Original-Souchetformat soll 16 Mark kosten; das kleinere 13,6 Mark.

Eins könnte man von Neesen noch übernehmen: die Schärfung der Beobachtung durch das Fernrohr. Neesen hat für seinen Apparat das bei feinen Aufnahmeinstrumenten übliche, ein astronomisches, angenommen. Das scheint Ueberfluß (und ist außerdem für den Ungeübten recht unbequem). Die bei den heutigen Schußweiten unentbehrlichen einfachen oder Doppelperspektive (Feldstecher), deren jeder Offizier eins mit sich führt, können verwendet werden. Dann vereinfacht sich Neesens Fernmesser abermals; der Souchet-Balbreckſche wäre mit einer Fassung zu versehen, mittelst deren er — nach Art der Sonnenblendrohre — auf das (oder ein) Objektivende des Feldstechers aufgeschoben werden könnte.

Beiden hier erörterten Fernmesserſystemen kann der Theoretiker Anerkennung zollen. Ob sie praktischen Nutzen gewähren, kann nur die Praxis entscheiden. Glücklicherweise genügt die Friedensmanöverpraxis. An dieser Prüfung sollten die Leitenden es nicht fehlen lassen.

Einer solchen hofft der Unterzeichnete einen kleinen Dienst zu leisten, wenn er zum Schlusse seines Vortrages einige Betrachtungen, bezw. Vorschläge darbietet, die ihm die Beschäftigung mit dem Gegenstande eingetragen hat.

Es ist durchaus erforderlich, nur Prismen aus dem besten Glase, das zur Zeit hergestellt wird, zu verwenden. Das Glas muß so durchsichtig sein wie die Luft und durchaus von

gleicher Dichtigkeit. So klein der Raum ist, den das Licht im Prisma zu passiren hat — es ist eben doch Flächenraum, und aus Linien wird nie eine Fläche. Darum giebt es unendlich viele Strahlwege, wie es unendlich viele Einfallwinkel giebt. Alle diese verschiedenen Wege durch das Glas führen zu demselben konstanten, nur von der Figur des Prismenquerschnittes abhängigen Visirwinkel . . . der Theorie nach; praktisch aber nur dann, wenn die Dichte des Glases ganz gleich, sein Brechungskoeffizient daher in der ganzen Masse der nämliche ist.

In Bezug auf die Qualität des Glases darf die Sparsamkeit durchaus nicht mitsprechen; wohl aber soll sie das bei der Wahl der Form und des Formates. Unter sonst gleichen Bedingungen ist das dreiseitige Prisma billiger als das vierseitige. Dies ist sein Vorzug; aber auch sein einziger. Wer nur einmal beide Formen nebeneinander in der freien Landschaft gebraucht hat, wird sich für das vierseitige Prisma erklären. Das Format möchte noch zu studiren sein. Ob man wirklich ohne Gefährdung des Erfolges so weit herabgehen kann wie Souchet-Balbreck bei ihrem „Berloque" gethan haben, sollte man doch lieber nicht auf diese Autorität hin annehmen, sondern selbst untersuchen.

Es dient ohne Zweifel zur Beschleunigung der Operation (die doch bei einem Fernmesser für Kriegszwecke eine Hauptrolle spielt), wenn das Prisma ein nicht zu eng begrenztes Gesichtsfeld, ein nach Breite und Höhe geräumiges Landschaftsbild darbietet. Man mag sich im Allgemeinen in der Gegend durch direktes Anschauen orientiren — das eigentliche Messungsziel wählt man am besten erst im Bilde.

Die Warnung wurde schon früher ausgesprochen, mag aber hier noch einmal ausgesprochen werden: Man hüte sich vor einem falschen Bilde!

Wer einen Blick auf Abbild. 1, Ib wirft, wird nicht für möglich halten, daß in der Wirklichkeit passiren könne, was die Zeichnung darstellt; es ist aber passirt. Man sieht an der richtigen Stelle in das Prisma, aber man sieht direkt durch dasselbe hindurch, sieht also gar kein Bild, sondern den Gegenstand selbst; aber die zweimalige Brechung rückt ihn so von seiner Stelle, daß — in dem dargestellten Falle — die wahre Richtung nach dem Objekte und die nach seinem scheinbaren Orte einen Winkel von mehr als 60 Grad bilden.

Diesen Fehler kann allerdings nur ein Unerfahrener und Unaufmerksamer begehen; näher liegt der Irrthum, die einmalige Reflexion statt der zweimaligen zu nehmen. Die bezüglichen beiden Bilder kann man gleichzeitig nebeneinander hervorrufen; es ist geradezu rathsam, das zu thun, weil man dann am sichersten vor falscher Wahl bewahrt ist. Die Helle der Bilder ist beim vierseitigen Prisma kaum verschieden. Das Hauptunterscheidungsmerkmal ist, wie hier wiederholt werden mag, das Stehenbleiben des richtigen Bildes, während man das Prisma in der Hand nach rechts und links schwenkt, das falsche macht die Schwenkungen mit. Das richtige zeigt dabei auch das Nebeneinander der Gegenstände in der wahren Ordnung, während das falsche — wie jede Planspiegelung — Rechts und Links vertauscht. Abbild. 6 erläutert den zuletzt besprochenen Fall. Der Austrittspunkt E′ ist beiden Spiegelungen gemeinsam; aber wie die nächsten Glasstrecken ER des einzelnen Strahles auseinander gehen, so gehen die zweierlei Strahlenfächer auseinander, die in ihrer Gesammtheit die Landschaftsbilder in der camera obscura des Auges des Beobachters erzeugen, in denen er sich etwa den Schloßthurm auf der Anhöhe als Meßziel ausgesucht haben mag.

Die eben angezogene Abbildung 6 zeigt darin eine Verschiedenheit von den bisherigen Darstellungen, daß der dem Eckpunkt C zunächst gelegene Theil als gleichschenkliges Dreieck fortgelassen ist. Es nimmt Wunder, daß Souchet auf diese Ersparniß nicht gekommen ist. Eine solche ist es: an Glasmasse und Schleifarbeit, also an Kosten; macht daneben das Prisma kleiner und leichter. Und zulässig ist es durchaus, ja sogar nützlich, indem es die Möglichkeit falscher Strahlwege, wenn nicht ganz aufhebt, so doch beschränkt. Die Punkte $E_{,,,}$ und E′ könnten fast in der Mitte der Linien angenommen werden: einige Millimeter näher an C als an A und B. Die Linien $E_{,,,}D$ und E′D sind dann die äußersten Strahlrichtungen, die noch zu brauchen sind, denn sie entsprechen einem $\angle\ \gamma = 22{,}5°$ und einem $\angle\ \lambda$ von rund 39°. Solche fangen noch viel Licht. Je kleiner der Winkel wird, den die einfallenden Strahlen mit der Prismenwand bilden, ein desto größerer Theil wird durch äußere Reflexion absorbirt und geht nicht mit durch das Glas.

Die Fassung kann das ganze Prisma einschließen; nur die übrig gebliebenen Strecken der AC und BC müssen selbstredend

frei bleiben. Aber zum Vortheil der Vereinfachung, Erleichterung und Verbilligung kann die Fassung noch mehr eingeschränkt werden; sie würde ausreichend sein, wenn sie in Form eines 2 oder 3 cm breiten Bandes in der Diagonalrichtung von der Abstumpfung nach D zu umgelegt würde. Mattschliff aller Flächen außer den Ein- und Ausgangsstellen leistet dieselben Dienste des Lichtzusammenhaltens wie materielle Blenden. An der Abstumpfung könnte ein Ring angebracht sein, der zum Tragen und Halten diente. Die Oberfläche bliebe dann von den Fingern des Haltenden frei, und das Einvisiren einer Richtmarke im Gelände wäre ganz unbehindert.

Zuletzt wäre die Frage zu studiren, welche Art, den zweiten, nicht-rechten, Winkel zu bestimmen, vorzuziehen sein möchte, die Originalmethode Souchet (Brechung der Seite AB im Grundriß) oder die Variante Balbreck (Abstufung der Höhe nach). Hier wird die Praxis zu entscheiden haben. Diejenige Einrichtung wird vorzuziehen sein, deren Bedienung auch von Ungebildeten als leichter zu erlernen, am schnellsten, sicher und zuverlässig zu üben sich erweisen wird. Es wurde soeben auf das doppelte Bild des Gegenstandes hingewiesen. Da nun derselbe Glaskörper unter zwei verschiedenen Winkeln den Gegenstand spiegelt, so muß unter vier Bildern das jeweilig richtige ausgewählt werden. Bei genauerer Prüfung ist man geneigt, die Vereinigung der zweierlei Prismen in einem Glaskörper für eine müßige Spielerei zu erklären. Daß Souchet darauf gekommen, erklärt sich; bei ihm ist wirklich nur ein Prisma vorhanden, das nur im Augenblicke des Austritts das Licht spaltet und so zwei Bilder hervorruft. Balbrecks Abänderung verändert das Prinzip: bei ihm scheiden sich die Wege des Lichtes vom Eintritt an; es sind zwei Prismen thätig, die statt aus einem Glaskörper auch aus zwei aufeinander gelitteten oder auch lose aufeinander gelegten und nur durch die Fassung zusammengehaltenen oder selbst aus ganz voneinander unabhängigen Körpern bestehen könnten. Wenn in letzterem Falle auf dem einen eingravirt wäre: „der rechte Winkel", auf dem anderen: „der nicht-rechte Winkel" oder „90" und „< 90", und man führte beide Prismen ohne jede Fassung in einem Futterale, ähnlich dem für Brillen üblichen, bei sich, — so wäre das wohl eigentlich das der Natur der Aufgabe am meisten Gemäße, und — das Billigste.

Der Umstand, daß Balbrecks Variante sich aus der Jt Souchets entwickelt hat, erklärt die Form der Balbreckſch Prismen: die Modifikation des zu Grunde liegenden Achted viertels durch Abänderung nur einer Seite. Logiſcher erſchei es, das für einen anderen Winkel als den von 90° beſtimm Vierſeit ſymmetriſch zu geſtalten. Wir haben dann für d Vierſeit ein Analogon deſſen zu vollziehen, was (S. 163) für d Dreiſeitprisma geſchehen iſt: durch Berechnung die Kanten o Querſchnittswinkel zu ermitteln (vergl. Abbild. 1; Ie).

Wenn wir uns der Idee anſchließen, in einem Glaskörp zwei aufeinandergelegte Prismen herzuſtellen, ſo iſt es das Nati lichſte, den Winkel von 135° beizubehalten. Es wird dann d gegenüberliegende oder der Centriwinkel C dem verlangten ∠ anzupaſſen ſein. Die beiden übrigen Winkel („Schulterwinke können ſie füglich genannt werden) würden unter ſich gleich machen ſein. Sie ſind von C abhängig; bezeichnen wir ſie mit ſo iſt $2\varepsilon = 360 - 135 - C = 225 - C$.

Die 3 Glasſtrecken des Strahles und die Viereckſeiten b ſtimmen drei Dreiecke. Im mittleren iſt der eine Winkel (D) = 135 die beiden anderen (90 · σ' und $90 - \sigma''$) ergänzen einand zu 45°. Die beiden anderen Dreiecke enthalten den Winkel einen der beiden Winkel $90 - \sigma$ und als dritten Winkel $90 \pm$

Bei der vorliegenden Aufgabe iſt nur mit $\omega < 90$ zu rechne Es ergiebt ſich dann:

$$\gamma_, = 90 - \varepsilon - 90 - \sigma'$$
$$\gamma' = 90 - \varepsilon - 90 - \sigma''$$

Da ſich $90 - \sigma''$ und $90 - \sigma'$ zu 45° ergänzen, folgt

$$\gamma' = 45 - \varepsilon + 90 - \sigma' \text{ und}$$
$$\gamma_, + \gamma' = 135 - 2\varepsilon = 135 - (225 - C) = C - 90.$$

Hiermit iſt nachgewieſen, daß die Summe der beiden γ v der Unbekannten C abhängig iſt; dagegen das Verhältniß gleichgültig und einflußlos. Selbſtredend müſſen die γ möglic Werthe haben; es muß $90 - \sigma < 45°$ herauskommen. D verlängerten Luftſtrecken, die ſich in S ſchneiden und hier den g gebenen Winkel ω bilden, und die Schenkel des ∠ C, bilden d bei den früheren Erörterungen erläuterte Viereck CE,SE'. D Winkel bei E ſind die um die Scheitelwinkel von λ vermindert Lothwinkel.

Die Winkel des Vierecks SCE,E' sind daher:

$$\omega + C + (90 - \lambda_,) + (90 - \lambda') = 360°;$$

demnach $C = \omega + (\lambda_, + \lambda')$

$\angle\,\omega$ wird wenig kleiner, $\angle\,C$ wenig größer als 90, und $\gamma_, + \gamma' = C - 90$ ein sehr kleiner Werth sein; man wird statt der genauen die abgekürzte Brechungsformel, also $\lambda_, + \lambda' = n\,(\gamma_, - \gamma') = n\,(C - 90)$ setzen dürfen. Jedenfalls erhält man dadurch einen Näherungswerth, nämlich:

$$C_, = \omega + n\,(\gamma_, + \gamma') = \omega + n\,(C - 90); \text{ daher}$$

$$C_, = \frac{90\,n - \omega}{n - 1}; \text{ bei Flintglas } C_, = 225 - 1{,}5\,\omega.$$

Ein Näherungswerth ist dann auch $\gamma_, + \gamma' = 2\gamma = C - 90$. Man berechne hierauf 2λ aus $\sin 2\lambda = n \sin 2\gamma$ und endlich

$$\omega_, = C - 2\lambda.$$

Es wird sich nun zeigen, ob das geforderte ω erzielt ist. Sollte das Ergebniß nicht befriedigen, etwa $\omega_,$ um m größer ausgefallen sein, so vergrößere man $C_,$ um m und wiederhole das Verfahren.

Nehmen wir mit Souchet an, der Multiplikator solle 50 sein, also $\tan\omega = 50$, so ergiebt sich $\omega = 88°\ 50{,}75'$.

Man berechne:

$C = 225 - 1.5\,\omega$	$2\gamma = C - 90$	2λ aus $\sin 2\lambda = n \sin 2\gamma$	$\omega_, = C - 2\lambda$	$\omega - \omega_,$ zu C zu addiren
91° 43,88′	1° 43,88′	2° 52,77′	88° 51,11′	0° 0,36′
91° 44,24′	1° 44,24	2° 53,50′	88° 50.74	0, 0,01; genügt.

Für die Figur ist $\omega = 76$ angenommen. Das erste Näherungs-$C = 111$ giebt $\omega_,$ um 1° 36,4′ zu klein; die vierte Wiederholung giebt $\omega_{IV} = 75°\ 59{,}9'$.

Die Berechnungsmethode ist hiernach zuverlässig und wenig umständlich.

Die Berechnung von ω dient überdies nur als Anhalt für den Glasschleifer. Er wird $\omega_,$ er wird aber auch die 90 Grad des zweiten Prismas nicht mathematisch genau erreichen; es bedarf auch dessen nicht. Wo wie hier von den 180 Grad des Dreiecks die Basiswinkel zusammen der Parallaxe so wenig übrig lassen,

ist zwischen der Kathete eines rechtwinkligen und der Höhe eines gleichschenkligen oder nicht einmal gleichschenkligen Dreiecks kein fühlbarer Unterschied. Das Beste muß die praktische Ermittelung des jedem Prismenpaare innewohnenden Multiplikators durch Absteckung und Ausmessung eines entsprechenden Dreiecks im Felde leisten.

Daß die optischen Eigenschaften der Glasprismen bei geodätischen Arbeiten verwerthet werden können, ist, wenn nicht früher, so jedenfalls durch Max Bauernfeinds schon erwähntes Werk: „Die Elemente der Vermessungskunde", in weiten Kreisen bekannt geworden. Das Werk ist 1856 zum ersten Male erschienen; in vierter Auflage 1878. Unter dem Titel: „Werkzeuge zum Abstecken konstanter Winkel", werden die Prismen abgehandelt. Es wird des gleichschenklig-rechtwinkligen gedacht, welches gleich *jeden* dreiseitigen, bei zweimaliger Brechung und *einmaliger* Reflexion keinen bestimmten Winkel liefere, vielmehr einen nach dem Einfallswinkel sich ändernden. Dann führt Bauernfeind den Nachweis daß bei *zweimaliger* Reflexion das gleichschenklig-rechteckige Dreieck, aber *nur* dieses, den Winkel von 90 Grad liefert. Es wird sodann in ähnlicher Weise das Wollastonprisma (Viertel-Achteck) untersucht, dem sich außer dem Winkel von 90° auch der von 45° entnehmen läßt, und es führt zuletzt Bauernfeind ein von ihm erdachtes *fünfseitiges* Prisma an, das auch noch 60 und 120° liefert. Den naheliegenden Schritt macht Bauernfeind *nicht*, nachzuweisen, daß und wie *jeder beliebige* Winkel konstant gemacht werden kann. Dies allgemein ausgesprochen oder gar demonstrirt scheint auch Souchet nicht zu haben, jedenfalls findet sich in unserer Quelle, dem russischen Artilleriejournal keine Spur davon. Aber *thatsächlich* hat Souchet das vierseitige Prisma in dieser Richtung erweitert. Das mag man ihm als Verdienst anrechnen. Daß er es nicht zuerst gethan, daß mehr als ein Dutzend Jahre früher die Zulässigkeit dieser Erweiterung nicht nur gedacht, sondern öffentlich ausgesprochen worden ist beweist Neesens gedruckte Patentschrift. Aber der französische Kapitän hat mehr Glück mit seiner Wiederholung einer alten Entdeckung gehabt als sein Vorgänger, der deutsche Professor. Die Moskauer Ausstellung und das russisch-französische Liebesverhältniß haben erfolgreich Reklame für Jenen gemacht. Aber trotz seines Erfolges ist der „Berloque-Entfernungsmesser Souchet" doch ein

unzutreffende Bezeichnung, eine Uebertreibung. Was ihn so verlockend erscheinen läßt, seine Einfachheit, ist nur die Folge der Unvollständigkeit. Das zwei Winkel absteckende Prisma ist noch kein Entfernungsmesser, sondern nur ein Hülfsgeräth zur Dreieckmessung.

Dem gegenüber ist Neesen entschieden im Vortheile. Er giebt wirklich einen Entfernungsmesser und zwar einen solchen, der nur einen Standort im Felde erforderlich macht.

Den Hauptvortheil der Prismenanwendung, auf den das größte Gewicht zu legen ist, den Vortheil der Unwandelbarkeit des Winkels, der durch den Schliff des Glases bedingt ist, — nützt Souchet freilich auch aus, aber er kombinirt ihn mit einer im Momente des Bedarfs erst zu schaffenden Basis im Felde, die — um der unausbleiblichen Rohheit dieser Bestimmung willen — verhältnißmäßig lang gewählt werden muß und unter allen Umständen zwei Aufstellungen bedingt. Neesen nutzt die Konsequenz des Vortheils des unwandelbaren Winkels vollständig aus, denn sobald der Winkel unwandelbar ist, kann er auch sehr klein sein, bestimmt also auch mittelst einer kurzen Kathete die zweite sehr lange; freilich muß nun der Genauigkeit der Winkelbestimmung die Genauigkeit der Basismessung entsprechen.

Neesen hat geglaubt, ohne Stativ nicht auskommen zu können. Daß der eigentliche Akt der Aufnahme leichter, schneller und sicherer von statten geht, wenn die beiden Prismen nebst der steifen Metallschiene, auf der das vordere Prisma verschoben wird und die zugleich den Maßstab (halbe Millimeter) abgiebt, auf einem Stative ruhen, — das unterliegt keinem Zweifel; aber ebenso unwidersprechlich ist der Einwand, daß das ganze Instrument dadurch schwerer wird, als bei einem für den Feldgebrauch bestimmten wünschenswerth ist.

Es kommt freilich noch sehr auf die Art des Stativs an. Seit die Photographie, vom Banne des Ateliers und Laboratoriums durch die Erfindung der Trockenplatten erlöst, mobil und eine Allerweltskunst geworden ist, wetteifern die Fabrikanten photographischer Apparate in der Herstellung möglichst kompendiöser und leichter Stative. Eines solchen — des von Meydenbauer ersonnenen Fadenstativs — ist unlängst in dieser Zeitschrift Erwähnung geschehen (Jahrg. 1892 in Artikel XVII).

Um allen Bedenken zu begegnen, dürfte es sich empfehlen, ein Instrument nach Neesens Prinzip so zu konstruiren, daß es mit, aber auch ohne Stativ gebraucht werden kann.

Ich würde vorschlagen, die Haupttheile, also Basisschiene und die beiden Prismen nebst Fernrohr, in eine Blechbüchse zu stecken. Der Apparat (ohne Stativ) im Ruhezustande, so zu sagen im Reisekleide, stellte sich als eine Blechbüchse dar, wie sie Ordonnanzen umgehängt zu werden pflegt, um bei Inspizirungen gerollte Festungspläne wettersicher mitzuführen.

Einen Deckel (am Charnier, um nicht verloren zu gehen; verschließbar), wie solchen Plankapseln zu haben pflegen, hat unsere Büchse an beiden Enden. Die Deckel werden vor dem Gebrauch geöffnet und hängen nach unten, hindern also die Durchsicht nicht. In einem Futter aus leichtestem Material (Holz), welches den Lichtraum der Büchse ausfüllt, steckt das Fernrohr excentrisch, d. h. so weit links, daß es auf die Mitte der Lichtaustrittsfläche AE' (z. B. in Abbildung 6) des, wie empfohlen, abgestumpften Prismas gerichtet ist (vergl. Abbildung 7). Das Futter muß sich herausziehen lassen (um die Gläser des Fernrohrs putzen zu können), aber auch feststellen. Letzteres mag durch einen Splint geschehen, der oberhalb des Fernrohrs Büchsenwand und Fernrohr durchsetzt. Dieser Splint soll aber ein Röhrchen und so gerichtet sein, daß, wenn man durch dasselbe das Meßziel mit bloßem Auge anvisirt, das Bild des Zieles in dem dicht vor dem Fernrohre anzubringenden hinteren, festen Prisma erscheint.

Das zweite, vordere, bewegliche Prisma sitzt in einem ähnlichen kolbenartigen Futter. Letzteres erhält eine Führung mittelst dreier Rädchen mit Nuthe. Zwei davon sitzen an den Enden eines horizontalen Durchmessers des Kolbens und laufen auf Rippen, die an der Innenfläche der Büchse befestigt sind. Das dritte Rädchen sitzt an der Unterfläche der Prismenfassung. Hierbei wird der Mechanikus eine Einrichtung zu treffen haben, daß man mittelst einer von außen zugänglichen Stellschraube das bewegliche Prisma in ein leichtes Kippen im vertikalen Sinne versetzen kann. Man muß erwägen, daß ein Spiegelbild mittelst des vorderen Prismas nur dann in das Auge des Beobachters gelangt, wenn eine durch dieses und das Meßziel gehende Ebene auch durch das Prisma geht, und zwar durch alle vier betheiligten Wände desselben: die Eintrittswand, die beiden reflektirenden und die Aus-

trittswand. Man vergegenwärtige sich den viel einfacheren Vorgang einmaliger Spiegelung durch einen Planspiegel. Ist ein solcher ein nur schmaler Streifen, so wird, nachdem man in horizontalem Sinne ein beliebiges Objekt eingefangen hat, bei nur geringer Schwenkung des Spiegelstreifens um seine horizontale Achse das Bild nach oben oder nach unten verschwinden. Was am Prisma spiegelt, ist auch nur ein schmaler Streifen; kippt das Prisma — wie unvermeidlich und unausbleiblich — während der Vorwärts- oder Rückwärtsbewegung nur wenig hin und her, so läuft man Gefahr, das Bild zu verlieren. Man hat es mit zwei Prismen zu thun. Das hintere steht fest im Rohr; im hinteren Prisma fängt man das Bild bezw. hält es fest durch Heben und Senken des ganzen Instruments; daß dann auch das vordere Prisma sein Bild liefert, ist durchaus nicht sicher, da dieses Prisma der gebotenen Verschiebbarkeit wegen Spielraum haben muß.

Die Verschiebung des vorderen Prismas wird am besten mittelst eines Stahlbandes ohne Ende erfolgen, in welches der Kolben oder Wagen, der das Prisma enthält, eingeschaltet ist. Es wird dem Mechaniker ein Leichtes sein, diesem Band ohne Ende solche Spannung zu geben (bezw. das Nachspannen zu ermöglichen), daß die in Drehung versetzte diesseitige Rolle das Band und damit das Prisma mitnimmt. Um Unfug zu verhüten, würde die Drehung nur mittelst einer Aufsteckkurbel (wie bei den Regulator-Uhren) erfolgen, die beim Nichtgebrauche in einem der Büchsendeckel zu verwahren wäre.

Die Prismen sind so anzuordnen, daß im Sehfelde des Fernrohres die Austrittsfläche des vorderen über derjenigen des hinteren erscheint; also auch die beiden Bilder des Meßzieles übereinander.

Die Büchse muß selbstredend mit Lichteinlaßöffnungen versehen sein. Die für das hintere feste Prisma bestimmte ist sehr klein und wird mit einem Schieber zu verschließen sein. Das bewegliche Prisma bedarf natürlich eines Lichtschlitzes, der ebenso lang ist, wie der Weg, den das Prisma zurücklegen kann. Dieser Schlitz wird durch einen nach unten aufklappenden Laden zu schließen sein.

Längs der Oberkante des langen Lichtschlitzes ist die Theilung (in halben Millimeter) anzubringen; der Index am Wagen des

Prismas; der Nullpunkt selbstredend in der Mitte der Lichtluke für das hintere, feste Prisma.

Die von Souchet empfohlene Entfernungstabelle, auf Grund des am Exemplar ermittelten, diesem eigenthümlichen Multiplikators ausgerechnet, ist selbstredend auch hier anwendbar und arbeitsfördernd. Uebereinstimmende Bezeichnung auf der Tabelle und den augenblicklich im Instrumente befindlichen Prismen muß die Zugehörigkeit und Zuverlässigkeit der Tabelle verbürgen. Sie ist in einem der Deckel unterzubringen und so mit allem Uebrigen durch Verschluß sicher zu stellen. Geräth auch nur eins der Prismen in Abgang und muß ersetzt werden, so ist natürlich eine neue Prüfung, Feststellung des Multiplikators und Tabellenberechnung erforderlich.

Die Bedienung des Instrumentes — ohne Stativ — wäre folgende: Derselbe Mann, der es über die Schulter gehängt trägt, nimmt die Büchse unter den rechten Arm oder auf die Schulter. In letzterem Falle mag er knieen, kauern oder sitzen, kurz, eine Stellung einnehmen, in der er seinerseits recht still halten kann, während dem Messenden das Fernrohr in bequemer Sehhöhe liegt.

Dieser schließt die Deckel auf und klappt sie nieder. Er schätzt nach bestem Vermögen die zu ermittelnde Entfernung und stellt danach auf Grund der Tabelle das Vorderprisma. Dann nimmt er Stellung so, daß er mit Augen rechts, wie beim Richten im Gliede, die Gegend, nach der hin gemessen werden soll, zu seiner Rechten hat. Entweder bietet sich ihm schon jetzt ein auffälliger Gegenstand, den er als Meßziel benutzen kann, oder er prägt sich nur das allgemeine Landschaftsbild ein. Das Eine oder das Andere sucht er nun durch Schwenken des Instrumentes, dem der Träger verständig nachzugeben hat, — im Gesichtsfelde des hinteren Prismas einzufangen. Vielleicht hat er so gut geschätzt, daß er sogleich sein Ziel auch schon im vorderen Prisma sieht; wenn auch nicht genau einspielend, so doch schon im Gesichtsfelde. Zeigt ihm aber das vordere Prisma ein anderes Bild, so wird er durch Drehen der angesteckten Kurbel, die ihm ganz bequem für die rechte Hand liegt, während er mit dem Auge am Fernrohr bleibt und das Bild im hinteren Prisma festhält, das Landschaftsbild im vorderen Prisma in Seitenverschiebung zu versetzen haben.

Da die Gegenstände, weil zweimal reflektirt, in derselben Ordnung von rechts und links erscheinen, wie sie wirklich liegen,

so weiß der Messende sofort, ob er die Kurbel von sich oder nach sich zu drehen hat, um das Meßzielbild im beweglichen Prisma zu dem des festen heranzubringen. Sobald ihm das Landschaftsbild nach oben oder unten zu entweichen Miene macht, wird er dem durch die oben erwähnte Kippkorrektionsschraube vorbeugen.

Sobald die beiden Bilder des Meßzieles genau übereinander erscheinen, ist die Arbeit vollbracht. Wäre noch ein Zweiter zur Stelle, der die Basislänge abliest, während der Visirende vor dem Fernrohr bleibt, und darüber wacht, daß während des Ablesens nicht etwa eine Verschiebung der Bilder infolge Verschiebens des vorderen Prismas stattfindet, so ginge es um so schneller; denn anderenfalls müßte der Visirende, nachdem er abgelesen hat, nochmals an das Fernrohr zurück, um sich zu vergewissern, daß das vordere Prisma noch richtig steht.

Das empfohlene Meydenbauersche Fadenstativ ist zusammengelegt ein Spazierstock; auch nicht schwerer als ein solcher, würde aber freilich im vorliegenden Falle solider konstruirt werden müssen. Es ließe sich dennoch bequem äußerlich, vielleicht sogar innerhalb der Büchse unterbringen. Die Verbindung von Stativ und Instrument würde mittelst eines einfachen Bajonettverschlusses erfolgen können.

Der Neesensche Entfernungsmesser ist keine bloße Spekulation; das ausgeführte Modell hat zu praktischen Versuchen gedient, die, wie ich vom Erfinder selbst gehört habe, gut ausgefallen sind, so weit es die Zuverlässigkeit der Messung betrifft. Daß sich dabei gleiche Zuverlässigkeit für große und kleine Entfernungen herausgestellt hat, ist nichts, was nicht zu erwarten gewesen wäre; es ist die Folge des Prinzips, daß mit konstanter Parallaxe gearbeitet wird, demzufolge alle vorkommenden Dreiecke einander ähnlich sind. Schwankungen zwischen den verschiedenen Ergebnissen können nur in der Reinheit der Glasmasse und der Schärfe des beobachtenden Auges begründet sein. So lange diese Fehlerquellen dieselben sind, ändern sich auch die Fehlergrenzen nicht, und die Fehler selbst sind ein geringerer Prozentsatz bei großen als bei kleinen Dreiecken.

Das Modell ist nur zu schwerfällig und schwer transportabel befunden worden. Diesem Einwande haben die hier gemachten Vorschläge abhelfen wollen, die übrigens Professor Neesen kennt und gut geheißen hat.

In der angeſtrebten Erleichterung bei gleichzeitiger Sicherſtellung gegen Verletzungen der empfindlichen Theile — liegt das einzige Neue. Aber doch eben ein Neues! das aber nun wieder zunächſt nur graue Theorie iſt! Endgültig darüber urtheilen ließe ſich nur, wenn ein geſchickter Mechaniker aufgefordert würde, den Gedanken in Fleiſch und Blut, in Glas und Aluminium u. ſ. w. zu verwirklichen. Vielleicht findet ſich ein Feinmechaniker, dem die Aufforderung genügt; ſicherer wäre freilich eine Beſtellung. Wird ſich ein Beſteller finden?

G. Schröder.

VII.

Beschreibung des Telemeters Paschwitz.

(Hierzu Tafel III.)

Es bedarf keines Beweises, daß beim Einschießen der Artillerie auf die mittleren und weiten Entfernungen ein ungleich geringerer Aufwand an Zeit und Granaten erforderlich ist, wenn die Zieldistanzen durch Benützung eines zuverlässigen Telemeters zum Voraus bekannt sind, als wenn dieselben mittelst des trügerischen Augenmaßes geschätzt werden. Ueberdies fehlen seit Einführung des rauchfreien Pulvers jene Rauchwolken bei der gegnerischen Artillerie, welche häufig der einzige Anhalt zum Schätzen der Entfernungen waren, sowie die sonst vor dem feuernden Feinde häufig gelagerte Rauchwand, welche das Aufschlagen der diesseitigen Granaten, ob vor oder hinter dem Ziele, anzeigte.

Desgleichen ist bekannt, daß auch für Infanteriegewehre die richtige Stellung der Visire, namentlich für die Defensive und Weitschußpraxis von erheblichstem Vortheil ist.

Schließlich wird ein zuverlässiger Telemeter als Kontrolinstrument beim Unterricht im Distanzschätzen, sowie im Felde in Verbindung mit einem Visirkompasse zur Orientirung gute Dienste leisten.

In Würdigung all dieser Vortheile begegnen wir in der technischen und militärischen Literatur der letzten Jahrzehnte einer großen Anzahl von Konstruktionen zur Lösung dieses schwierigen Problems und ist auch eine Zusammenstellung von Beschreibungen solcher Instrumente im Druck erschienen.*)

Was nun das Prinzip der Telemetrie anlangt, so handelt es sich lediglich darum, auf geometrischem Wege aus einer hin-

*) Die Telemetrie von C. Wondre, mit 7 Tafeln. Brünn, Winklers Buchhandlung, Preis 2,80 Mark.

reichend langen, aber nicht zu großen Basis und den beiden anliegenden Winkeln die Entfernung zu ermitteln. Grundbedingung für die Brauchbarkeit dieser Instrumente ist, daß dieselben bei möglichster Einfachheit in Bezug auf Konstruktion und Gebrauch trotz der großen Disproportion zwischen Basis und Distanz den nöthigen Grad von Genauigkeit bieten, indem die nicht vermeidlichen Fehlerquellen auf das möglichste Minimum herabgesetzt sind.*)

Als diese Fehlerquellen sind zu bezeichnen:

1. Fehler in der Basismessung, zu deren möglichster Beseitigung Meßbänder oder Schnüre aus Metall benützt werden müssen.

2. Fehler im Winkelmessen, zu deren Abminderung die Benützung von je zwei Stativen erforderlich ist, welche an den beiden Endpunkten der Basis aufzustellen sind; ferner die Verwendung optischer Vergrößerung, sowie einer genauen, aber nicht zu diffizilen Winkelmeßvorrichtung.

3. Die Kollimationsfehler. Diese bestehen darin, daß die optische Achse des Instrumentes, mit welcher visirt, und die mechanische, mit welcher die Winkel gemessen werden, infolge unvermeidlicher Erschütterungen beim Transporte, Einklemmens beim Verpacken, Einfluß der Wärme 2c. stets mehr oder weniger miteinander in Kollision sind, wodurch die Resultate sehr herabgemindert werden. Zur möglichsten Beseitigung dieser Fehlerquelle ist eine solide Konstruktion die Grundbedingung des ganzen Apparates, namentlich sind gekreuzte Fernrohre und drehbare Spiegel ausgeschlossen.

Was die Benützung der Entfernungsmesser anlangt, so haben als Zielobjekte Gegenstände zu dienen, an welchen Farbenkontrast oder Wechsel von Licht und Schatten stattfindet, wie solches an gegnerischen Befestigungen und Artilleriematerial, Gebäuden, Bäumen, Grundstücken mit verschiedener Bodenkultur 2c. vorkommt. In Ermangelung alles dessen giebt die Messung der Entfernung anderer geeigneter Gegenstände, welche als Hülfsschätzpunkte benützt werden können, eine werthvolle Grundlage beim Schätzen mit freiem Auge.

*) Konstruktionsbedingungen für Artillerie-Distanzmesser von E. v. Paschwitz, Jahrbücher für die deutsche Armee und Marine 1892, Bd. 84, S. 330 2c.

Die obengenannten Fehlerquellen sind beim Telemeter Paschwitz auf das Minimum herabgebracht, wie nachstehende Beschreibung ergeben dürfte:

Beschreibung des Telemeters.

Die einzelnen Theile dieses Apparates sind:

1. Das optische Instrument, etwa 25 cm lang, besteht aus einem terrestrischen Fernrohre F mit Fadenkreuz und einem vor demselben angebrachten Winkelspiegel W, welcher nur die Hälfte des Objektivglases G verdeckt und die seitlichen Lichtstrahlen um einen konstanten Winkel a ablenkt, der aus Konstruktionsrücksichten etwas kleiner als 90° ist. Im Spiegelgehäuse ist ferner ein Diopter E angebracht, dessen Visirlinie mit der des Spiegelbildes zusammenfällt. An der Außenseite des Instrumentes befinden sich zwei Ringe R, mittelst deren es in die Lager der beiden Stative eingelegt und um seine Achse gedreht werden kann. Ferner ist dicht hinter dem Objektivglase G ein halbrundes Kompensationsglas angebracht, wodurch die Bildweite des entfernten Objektes ein wenig verlängert und mit der des nahen Zielschildchens in der Ebene des Fadenkreuzes vereinigt wird.

2. Die beiden Stative I und II tragen die Lager L zum Einlegen des Fernrohres und sind mit Vorrichtungen zum Horizontal- und Vertikalbewegen versehen.

3. Der Meßstab M ist 40 cm lang und wird bei Vornahme einer Vermessung mittelst der unter 4 beschriebenen Messingschiene S in die Schlitze P des Lagers L eingelegt. Derselbe ist mit zwei Eintheilungen versehen, nämlich mit der auf der oberen Seite befindlichen Distanzskala, welche die Entfernungen von 1000 bis 10 000 m, in Hektometer ausgedrückt, enthält und der seitlichen groben Eintheilung zum unmittelbaren Ablesen mittelst des optischen Instrumentes aus 20 m Abstand. Auf ihm ist ein Zielschildchen K verstellbar angebracht, das mit einem Vertikalstrich O zum Einstellen auf das Fadenkreuz und einem Zeiger Z versehen ist.

4. Die Kompensation. Zum leichteren Verständniß dieser Vorrichtung sei erwähnt, daß es bei Vornahme einer Vermessung sehr schwierig und zeitraubend wäre, das Stativ II in B genau auf das Fadenkreuz des in A befindlichen optischen Instrumentes aufzustellen; es wird daher das Stativ II nur annäherungsweise

in der Visirlinie AB aufgestellt und die Abweichung von derselben kompensirt. Die dies bezweckende Vorrichtung besteht aus dem Visirstabe V und der Messingschiene S, welche beide mit gleichen Eintheilungen versehen sind. Der Visirstab V ist am Lager des Stativs II befestigt und mit einem Diopter versehen, welches auf denselben Punkt zeigt wie das eingelegte Fernrohr. Er besitzt, wie der Meßstab, eine feinere obere Eintheilung und eine gröbere seitliche, sowie ebenfalls ein auf ihm verschiebbares Zielschildchen K. Die Messingschiene S ist auf dem Meßstabe befestigt und in zwei Schlitzen P des Lagers I verschiebbar; sie kann auf einem Indexstrich N, nach Maßgabe der Ablesung am Visirstabe, eingestellt werden.

5. Das Aufstellen des Stativs II am Ende der 20 m langen konstanten Basis erfolgt mittelst einer mit Draht durchflochtenen Meßschnur, welche freischwebend mit etwa 25 cm Einsenkung benützt wird.

Das Gewicht des ganzen Apparates ist 12 kg, mithin gegenstandslos gegenüber dem einer ausgerüsteten Batterie.

Verfahrungsweise.

Behufs Vornahme einer Vermessung stellt der Beobachter das Stativ I in A auf, legt das optische Instrument in das Lager, visirt das Objekt C an und läßt sodann vom Gehülfen, indem er durch das Diopter E sieht, rechtsseitlich das Stativ II in der Visirlinie des Diopters und in 20 m Abstand vom Stativ I in B aufstellen. Nun richtet der Gehülfe den Visirstab V nach dem Objekt und schiebt das Zielschildchen K auf den, vom Beobachter im Spiegelbilde des optischen Instrumentes abgelesenen und ihm zugerufenen Schnittpunkt des Fadenkreuzes mit dem Visirstabe V z. B. auf die Zahl 67. Sollte hierbei das Fadenkreuz den Vertikalstrich O des Zielschildchens noch nicht genau halbiren, so wird das Schildchen auf diesen Ort verschoben, z. B. auf $67^1/_4$.

Hierauf wechseln Beobachter und Gehülfe ihre Plätze.

Der Beobachter legt das Instrument in das Lager des Stativs II und visirt das Objekt in der Weise an, daß der horizontale, besonders aber der vertikale Faden des Fadenkreuzes genau wieder auf denselben Punkt zu liegen kommt, wie bei der ersten Visur, während der Gehülfe die Messingschiene S am Index

des Lagers I auf dieselbe Ziffer ($67^1/_4$) einlegt, welche er am Visirstabe erhalten hatte. Sodann schiebt der Gehülfe das Zielschildchen auf den ihm vom Beobachter zugerufenen Schnittpunkt des Fadenkreuzes mit dem Meßstabe M und liest, wenn das Zielschildchen mit dem Fadenkreuze durch Zurufen vollständig in Koinzidenz gebracht ist, an der Meßstabskala die Entfernung ab (2850 m).

Die Anstellung einer Vermessung erfordert zwei Mann und dauert 3 Minuten.

Theorie.

So einfach die Konstruktion und die Handhabung des Telemeters ist, so einfach ist auch seine Theorie. Denken wir uns vorerst den konstanten Winkel $a = 90°$, so findet gemäß Dreieckskonstruktion die Gleichung statt:

$$AC : AB = AB : AD$$

und ist sonach die Basis AB die mittlere Proportionale zwischen der Distanz AC und dem, auf der rückwärts verlängerten Visirlinie, abgeschnittenen Stück AD; man kann daher für jede Distanz den Abschnitt AD berechnen und auf dem Meßstabe auftragen, sowie umgekehrt aus dem vom Fadenkreuze abgeschnittenen Stück AD die Distanz AC ersehen. Legt man anstatt des Winkels von 90° jenen von $89^1/_2°$ zu Grunde und berechnet man die Abschnitte AD auf trigonometrischem Wege, so erhält man wieder dieselben Resultate.

Nach Professor Lorber, der aus 500 von seinen Hörern unter allen Witterungsverhältnissen angestellten Versuchen die Leistungsfähigkeit des Telemeters berechnet und die Resultate in einer mustergültigen Abhandlung veröffentlicht hat, ist der mittlere Fehler

bei 1000 m = 4 m
" 2000 " = 10 "
" 3000 " = 20 "
" 4000 " = 33 "
" 5000 " = 50 "

Das damals benützte Instrument hatte zwar eine Basis von 25 m, allein durch Verwerthung der seitdem gesammelten Erfahrungen dürfte obige Leistungsfähigkeit für die nunmehrige Basis von 20 m unverändert bleiben.

Aus vorstehender Beschreibung ist zu entnehmen, daß eine auf dem Boden abzusteckende Basis von ausgiebiger, aber immerhin noch zulässiger Länge (20 m) zur Verwendung kommt und die Vortheile fester Unterlage und optischer Vergrößerung benützt werden. Ferner ist das eigentliche optische Instrument — ein kleines massives Fernrohr mit davor geschraubtem Winkelspiegel — von der denkbar einfachsten und solidesten Konstruktion; dasselbe besteht gewissermaßen aus einem einzigen starren Körper, der als solcher den vorgenannten Kollimationsfehlern nicht zugänglich ist, sondern stets konstante Winkel anzeigt.

Was schließlich die Winkelmeßmethode anlangt, so ersetzt der in 20 m Abstand angebrachte Maßstab mit dem sich darauf projizirenden Fadenkreuz nicht nur einen Kolossaltheilkreis von 20 m Radius, sondern es kommen auch, da die Entfernungen unmittelbar darauf aufgetragen sind, umständliche Dreiecksauflösungen oder Rechenmaschinen in Wegfall.

Auf Grund dieser Auseinandersetzungen glaube ich die Behauptung aussprechen zu dürfen, daß das vielversuchte Problem der Telemetrie in vorliegendem Instrumente seine erschöpfende Lösung gefunden hat.

E. v. Paschwitz.

Literatur.

Dr. Julius Bergbohm. I. Neue Rechnungsmethoden der höheren Mathematik (gr. 8°, 30 Seiten). — II. Neue Integrationsmethoden auf Grund der Potenzial-, Logarithmal- und Numeralrechnung (gr. 8°, 53 Seiten). — III. Entwurf einer neuen Integralrechnung auf Grund der Potenzial-, Logarithmal- und Numeralrechnung. — Die rationalen algebraischen und die goniometrischen Integrale (gr. 8°, 66 Seiten). I. und II. Stuttgart 1892, im Selbstverlage des Verfassers, III. Leipzig, Druck von B. G. Teubner, 1892.

Die drei Hefte enthalten die Darstellung eines Versuches, durch Einführung neuer Bezeichnungen in die Formelsprache der höheren Mathematik das formelle Integriren in neuer Weise durchzuführen. Der Herr Verfasser glaubt, daß sich durch seine Methoden das Integriren in ganz genetischer Weise werde vollziehen lassen, so wie jetzt das Differenziren, daß namentlich Reduktionsformeln und Substitutionen vermieden werden können, welche nach seiner Ansicht als Willkürlichkeiten und zufällige Entdeckungen erscheinen. Eine solche Ansicht kann man sich eigentlich nur bei Jemand erklären, der sich sehr oberflächlich mit der Sache beschäftigt hat. Bei eingehendem Studium, ohne welches es bei der höheren Mathematik nun einmal nicht abgeht, erkennt man die Nothwendigkeit und Folgerichtigkeit der Integrationsmethoden sehr wohl, und die modernen Untersuchungen der Funktionstheorie zeigen deutlich den inneren Zusammenhang derselben. Zuzugeben ist nur, daß bei der Integration manchmal etwas viel Umformungen nöthig sind. Jede Vereinfachung in dieser Hinsicht wäre gewiß von Interesse und Nutzen. Es fragt sich aber dann noch immer, ob dem Verfasser eine solche gelungen ist. Der Verfasser sucht dadurch zu allgemeinen Integrationsmethoden zu

kommen, daß er die Differenziale allgemeineren Rechnungsoperationen unterwirft, als sonst zu geschehen pflegt, und daß er zu diesem Zwecke neue Namen und symbolische Bezeichnungen einführt. Er nennt $\frac{1}{dx}$ ein Immensal, dx^{dy} und $\left(\frac{1}{dx}\right)^{dy}$ Potenziale eines Differenzials oder Immensals, den Logarithmus des Differenzial dx für die Basis $d\beta$, symbolisch dargestellt durch ${}^{d\beta}\lambda\, dx$, ein Logarithmal, und bezeichnet die hierzu umgekehrte Operation als die Bildung eines Numerals. Einen Ausdruck von der Form $p + q\,dx$, wo p und q endliche Größen sind, nennt er ein Differenzialbinom, und die Gleichung:

$$f(x + dx) - f(x) = df(x) = f'(x)\,dx$$

bringt er in die Form

$$f(x + dx) = f(x) + f'(x)\,dx.$$

Das Differenzialbinom rechts nennt er „Differenzialsumme" und bezeichnet es $D_s f'(x)\,dx$.

Gelingt es nun, eine gegebene Differenzialsumme in die Form zu bringen

$$D_s f(x)\,dx = F(x + dx),$$

so ist

$$\int f(x)\,dx = F(x) + K.$$

also die Integration ist damit bewerkstelligt.

Um diese Umformung zu erreichen, nimmt er mit den gegebenen Gleichungen eine Reihe von Umformungen vor, wobei wesentlich ist, daß er sie anfänglich numeralisirt und schließlich wieder logarithmalisirt. Er findet in der That auf diese Art eine Reihe von Integralen. Aber man kann nicht sagen, daß er schneller zum Ziele kommt als nach den gewöhnlichen Methoden. Vielmehr werden seine Rechnungen ziemlich umständlich, obwohl er sie nur bei solchen Fällen durchgeführt hat, welche sich nach den gewöhnlichen Methoden sehr einfach behandeln lassen. Auch sind seine Umformungen keineswegs von den Willkürlichkeiten frei, welche er gerade vermieden wissen will, und es möchte uns fast so scheinen, als ob er nur in etwas unübersichtlicher und fremdartiger Form alle die Reduktionen anwendet, die auch beim gewöhnlichen Integriren benutzt werden, wie Einführung neuer Variabler und integratio per partes. Andererseits sind manche

seiner Methoden, die wirklich bequem zum Ziele führen, durchaus nicht mit seinem Gesammtverfahren nothwendig verknüpft, sondern sie lassen sich in der gewöhnlichen Integrationsmethode ganz ebenso anwenden, wie z. B. die Integration von

$$dy = \frac{G(x)\,dx}{(x-\alpha)\,(x-\beta)}$$

wo $G(x)$ eine ganz rationale Funktion bedeutet.

Wir glauben deshalb nicht, daß sich die Methoden des Verfassers in ihrer jetzigen Form Eingang verschaffen werden. Sie sind zu verwickelt und leisten nicht mehr, als die bekannten Methoden. Daß sie keine neuen Resultate liefern können, wie der Verfasser zu glauben scheint, ist für den Mathematiker selbstverständlich; denn es lassen sich eben nicht alle Integrale durch sogenannte Elementarfunktionen in geschlossener Form darstellen, weil man beweisen kann, daß sie Eigenschaften besitzen können, die ein geschlossener Ausdruck aus Elementarfunktionen unmöglich haben kann, z. B. die Eigenschaft, daß die obere Grenze des elliptischen Integrals $\int_0^x \frac{dx}{\sqrt{(1-x^2)\,(1-k^2x^2)}} = u$ eine doppelt periodische Funktion von u ist. — Aber selbst daß die Methode des Verfassers da, wo sie anwendbar ist, kürzer wäre, als die gewöhnlichen Methoden, können wir nicht zugeben.

Es ist jedoch vor Allem zu erwägen, ob die Methoden des Verfassers überhaupt berechtigt sind. Gewiß ist es möglich, die Symbole der Rechnung in der Weise zu vermehren, wie es der Verfasser unternommen hat, und es ist nicht ausgeschlossen, daß man dadurch zu Vereinfachungen gelangen kann. Aber eine derartige Ausdehnung der Rechensymbole erfordert die allerpeinlichste Sorgfalt in Hinsicht auf die begriffliche Entwickelung. Ist diese schon bei den gewöhnlichen Methoden unentbehrlich, so ist das noch in verstärktem Maße bei den Symbolen des Verfassers der Fall, da seine Differenzialausdrücke zum Theil mehrgliedrige sind, deren Glieder verschiedene Größenordnungen besitzen. Hier wäre mit der größten Sorgfalt zu untersuchen, welche Operationen gestattet sind, welche nicht. Von alledem ist aber in den Arbeiten des Verfassers nichts zu spüren. Er bewegt sich fast immer in formalen Rechenvorschriften, ohne die Berechtigung derselben genügend zu prüfen. Keiner seiner Infinitesimalbegriffe wird mit wissenschaftlicher

Strenge eingeführt, von keiner seiner Vernachlässigungen wird bewiesen, daß sie wirklich gestattet, weil ohne Einfluß auf das Resultat ist. Der Verfasser begnügt sich vielmehr, seine Vorstellungen durch numerische Beispiele plausibel zu machen, ohne sie zu begründen. Diese Vorstellungen sind aber zum Theil unklare. Vor allen Dingen zeigt sich dies I § 4 Seite 6 und I § 10 Seite 21, wo der Verfasser die gewöhnlichen (Briggsschen) oder auch die natürlichen Logarithmen von dx und von $\frac{1}{dx}$ für „endliche" Größen erklärt, während sie doch, wie Jeder weiß, gleich $-\infty$ und gleich $+\infty$ sind. Er kommt zu diesem Irrthum, indem er die Werthe $\lg \frac{1}{n}$ oder $\frac{1}{n} \lg n$ betrachtet, welche immer kleiner werden, je größere Zahlen man für n einsetzt. Setzt man $\frac{1}{n} = dx$, so ergiebt sich, daß $dx \cdot (\lg dx)$ negativ unendlich klein, $dx \cdot \lg \left(\frac{1}{dx}\right)$ positiv unendlich klein ist. Er schließt nun etwa so: Weil der logarithmische Faktor mit dem Differenzialfaktor dx kein endliches, sondern ein unendlich kleines Produkt giebt, kann er nicht unendlich groß (kein Immensal) sein. Und dies ist eine fehlerhafte Umkehrung. — Mit demselben Rechte müßte der Verfasser $\frac{1}{\sqrt{dx}}$ für eine endliche Größe erklären, weil $dx \cdot \frac{1}{\sqrt{dx}}$ unendlich klein, nämlich gleich $\sqrt{dx}$ ist.

Der Verfasser kann den ihm hier gemachten Vorwurf mangelnder Logik auch nicht etwa dadurch entkräften, daß er sagt, er definire eine Größe als endliche, wenn dieselbe mit einem Differenzial multiplizirt ein unendlich kleines Produkt giebt. Denn alsdann versteht er unter endlichen Größen nicht nur diejenigen, welche allgemein darunter verstanden werden, sondern auch diejenigen, welche in der Mathematik unendlich große von niederer als der ersten Ordnung genannt werden. Dann darf er aber mit seinen „endlichen" Größen nicht nach den Gesetzen rechnen, die für die gewöhnlichen endlichen Größen bewiesen sind, wie er es doch fortwährend thut. Es wäre dann z. B. nicht richtig zu sagen, daß jede Potenz, deren Basis und Exponent endlich sind, selbst einen

endlichen Werth haben, denn es ist z. B. $e^{\ln\left(\frac{1}{dx}\right)} = \frac{1}{dx}$, also unendlich groß. Es kommt eben auf die verschiedenen Ordnungen der unendlich kleinen und unendlich großen Größen an, die der Verfasser nicht genügend beachtet, während dies gerade bei seinen Rechnungen besonders nothwendig wäre. — Eine strenge Begründung der Infinitesimalrechnung, wie sie in allen besseren Büchern gefunden wird (wir erwähnen beispielsweise Schlömilch's Compendium, Worpitzky's Differenzial- und Integralrechnung, Hoppe's Differenzialrechnung), fehlt bei dem Verfasser gänzlich, so daß sich gar nicht übersehen läßt, ob alle formellen Operationen, die er vornimmt, zulässig sind oder nicht. Nicht unerwähnt dürfen wir eine merkwürdige philosophisch-metaphysische Ansicht des Verfassers lassen, weil sie offenbar seine ganze Betrachtungsweise wesentlich beeinflußt. Er weist nämlich I § 3 S. 5 darauf hin, daß jede endliche Größe betrachtet werden kann als Summe von unendlich vielen unendlich kleinen Theilen, Differenzialen, und auch als Produkt aus einem Differenzial und einem Immensal. So weit er dies auf Raumgrößen und Zeitabschnitte anwendet, ist nichts dagegen zu sagen. Er sagt aber auch: So ist jeder endliche Körper aus einer unendlich großen Zahl unendlich kleiner Stofftheile (Atome) zusammengesetzt. Und hierin liegt eine begriffliche Verwechselung, denn die Zahl der Atome ist nicht unendlich groß, sondern endlich; wenn auch so groß, daß wir sie nicht festzustellen vermögen. Unendlich groß heißt eine *veränderliche* Größe, die so im Zunehmen begriffen ist, daß sie größer wird als jede beliebige Konstante. Davon ist bei den Atomen des Körpers gar keine Rede, wenigstens wenn man den Atomen reale Existenz zuschreibt und sie nicht nur als Hülfsvorstellungen ansieht. Er fährt dann fort: „Konsequent führt allerdings diese Auffassung zu der Ansicht, daß nur dem unendlich Großen und Kleinen eine wahre Existenz zugeschrieben werden kann, wogegen wir die endlichen Dinge aus theoretischen und praktischen Interessen lediglich in unserer subjektiven Anschauung zusammenfassen." Worin da die Konsequenz liegt, ist uns unverständlich. Also weil die Zahl 1 als Produkt von $7 \cdot \frac{1}{7}$ aufgefaßt werden *kann* (aber nicht *muß*!), darum hat die 1 keine reale Existenz, wohl aber 7 und $\frac{1}{7}$. Die Begriffe des unendlich Großen

und Kleinen sind rein mathematische Hülfsbegriffe bei Betrachtung veränderlicher Größen, die wir, wie alle mathematischen Begriffe, an die Dinge herantragen. Diese Begriffe sind aber nur entstanden aus der Betrachtung der Art, wie sich endliche Größen ändern. Es heißt geradezu die Dinge auf den Kopf stellen, wenn man die endlichen Größen begrifflich aus den unendlichen ableiten will. Doch genug von diesen mehr philosophischen Fragen.

Sollen wir unser Urtheil über die Arbeiten des Verfassers zusammenfassen, so sagen wir: Es ist zwar die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß die neuen Symbole des Verfassers der Wissenschaft Nutzen gewähren, aber es ist unmöglich, daß durch sie Integrale dargestellt werden, die sich nicht auch durch die gewöhnlichen Methoden finden lassen. Soweit die Arbeiten des Verfassers vorliegen, hat er nur einen Theil der bekannten Integrale mittelst seiner Methoden behandelt, und es bleibt zweifelhaft, ob sie hierbei wirklichen Nutzen gewährt haben, ob namentlich willkürliche Schritte dabei wegfallen. In formaler Hinsicht sind die Methoden schwerfällig, ihre begriffliche Begründung entbehrt der erforderlichen Strenge, sie weist geradezu Fehler auf. In ihrer jetzigen Gestalt werden die Methoden des Verfassers keinen Beifall bei den Mathematikern finden. Dies könnte vielleicht eintreten, wenn sie mit voller Schärfe wissenschaftlich begründet, in formaler Hinsicht vereinfacht würden, und wenn irgend ein Vortheil nachgewiesen würde, welchen sie anderen Methoden gegenüber besitzen.

Dr. F. August, Professor.

VIII.

Das Schießen nach Fesselballons

von

Karpenko-Logwinow.

(Auszugsweise Uebersetzung aus dem Russischen Artilleriejournal.)

(Hierzu Tafel IV.)

I. Bedeutung der Ballons und Mittel, sie zu bekämpfen.

Die Möglichkeit, von einem gegebenen Punkte aus mit einem Blick das ganze Gefechtsfeld zu umfassen, bildet eins der wirksamsten Hülfsmittel für die Gefechtsleitung und bietet dadurch eine Bürgschaft für den Erfolg.

Bei der ungeheuren Stärke der heutigen Armeen läßt sich die Beobachtung ihrer über viele Werst zerstreuten Theile nicht mehr von einem noch so sehr über das übrige Gelände erhabenen Punkte ausführen, da dessen Ueberhöhung nicht groß genug sein kann. Die Einführung des rauchlosen oder rauchschwachen Pulvers entzieht dem Auge noch mehr das allgemeine Bild des Kampfes.

Es zeigt sich daher jetzt die Nothwendigkeit, neue Mittel für die Beobachtung der eigenen und der feindlichen Streitkräfte während des Gefechts, des Marsches und des Biwaks zu suchen.

Unter diesen Mitteln nehmen die Luftballons unstreitig den ersten Platz ein; ihre Anwendung entwickelt sich von Jahr zu Jahr mehr.

In allen Staaten werden besondere Luftschiffer-Abtheilungen formirt und Versuche ausgeführt, um die Luftschifffahrt selbst und die Methoden der Beobachtung von Luftballons aus zu vervollkommnen. Die Verwendung von Fesselballons im Kriege und bei Friedensübungen hat ihre hohe Bedeutung für Kriegszwecke bewiesen und Gelegenheit gegeben, die Art der Beobachtungen und deren Uebermittelung in ein System zu bringen.

In Anbetracht ihrer zweifellosen Nützlichkeit läßt sich erwarten, daß in naher Zukunft Luftballons zur nothwendigen Ausrüstung jedes bedeutenden Heerestheils gehören werden. In Frankreich ist schon die Beigabe eines Luftschifferparks für jedes Armeekorps angeordnet.

In allen zukünftigen Gefechten werden die Luftballons daher eine bemerkenswerthe Rolle spielen, und es ergiebt sich daraus die Nothwendigkeit, nach geeigneten Kampfmitteln wider diese neue Art von Gegnern zu suchen. Die in den verschiedenen Staaten ausgeführten Versuche haben diese Aufgabe in genügender Weise gelöst.

Man kann den Ballon an der Ausführung von Beobachtungen hindern, entweder indem man ihn vernichtet oder indem man ihn zwingt, sich so weit zurückzuziehen, daß man von ihm aus nicht mehr deutlich beobachten kann.

Vernichten läßt sich der Ballon 1. durch Angriff mit offener Gewalt und Wegnahme, 2. durch erfolgreiche Beschießung aus Gewehren und 3. aus Geschützen.

Wir wollen im Folgenden versuchen auseinanderzusetzen, inwieweit Artilleriefeuer gegen Fesselballons wirksam zu verwenden ist.

Gelegenheit zu Kriegserfahrungen hierüber lag noch nicht vor; man muß sich daher auf die Verwerthung der Ergebnisse von Friedensversuchen und einiger theoretischer Betrachtungen beschränken.

Für Kriegszwecke kann man sowohl freie als Fesselballons verwenden; wir beziehen uns im Folgenden jedoch lediglich auf Letztere. Ehe wir jedoch auf das Schießen nach denselben eingehen, wollen wir Einiges über die Beobachtung von Fesselballons aus und über den ihnen in der Schlachtordnung anzuweisenden Platz bemerken.

II. Die Beobachtung aus Fesselballons und ihr Platz in der Schlachtordnung.

Zu Kriegszwecken kommen meistens Ballons von etwa 650 bis 500 cbm Inhalt zur Anwendung.

Es empfiehlt sich, für jedes Korps zwei Größen mitzuführen:

1. „Stabs"-Ballons von etwa 650 cbm Inhalt (Durchmesser etwa 10,5 m), die 3 bis 4 Mann aufnehmen können; sie stehen

dem Befehlshaber zur Verfügung, der in einem von ihnen im entscheidenden Moment aufsteigt, um einen Ueberblick über das Schlachtfeld zu gewinnen.

2. „Spezial"-Ballons von etwa 250 cbm Inhalt (Durchmesser etwa 7 m) für besondere Zwecke, z. B. zur Beobachtung der Geschoßsprengpunkte, zur Erkundung von Befestigungen u. dgl. m. Ein solcher Ballon nimmt nur einen Mann auf.

Es ist wünschenswerth, daß jede größere Heeresabtheilung mindestens zwei Stabs- und eine Anzahl Spezialballons — je mehr, desto besser — besitzt.

Die Höhe des Aufstiegs für einen Fesselballon reicht nur bis 200 s.*) Diese läßt sich aber nur bei vollkommen stiller Luft erreichen; schon bei schwachem Winde neigt sich das Tau, wodurch sich die Höhe verringert, bei starkem ist überhaupt keine Beobachtung möglich.

Eine Erhebung bis 200 s. ist aber nicht immer nothwendig; in den meisten Fällen genügt die Hälfte. Auf die Genauigkeit der Beobachtungen hat die Höhe des Aufstiegs nur wenig Einfluß; die Beschaffenheit der optischen Instrumente ist viel wichtiger.

Zahlreiche Beobachtungen aus Fesselballons haben dargethan, daß man aus einer Höhe von 150 s. mit bloßem Auge einen guten Ueberblick auf 6 bis 7 Werst**) hat; durch ein scharfes Doppelfernrohr kann man bis 5 Werst ausgezeichnet beobachten, wobei sich Schützenketten und Unterstützungstrupps deutlich abheben, Geschütze und Protzen leicht zählen lassen; bis zu 10 Werst kann man durch das Doppelfernrohr die Länge von Truppenkolonnen unterscheiden, aber nicht ihre Zusammensetzung; auf 15 Werst lassen sich Kolonnen kaum mehr bemerken.

Was die Beobachtung der Geschoßsprengpunkte betrifft, so ist Folgendes zu bemerken: Die Versuche unseres Luftschifferparkes und die Lidder Versuche von 1886 und 1887 haben bewiesen, daß bei einem Aufstieg von 125 s. sich die Granataufschläge bis zu einer Entfernung von zwei Werst leicht beobachten lassen; Weitschüsse, Kurzschüsse und Seitenabweichungen lassen sich sehr bequem unterscheiden, ihre Abschätzung ist jedoch etwas schwieriger

*) s. bedeutet Sſaſchen. 1 Sſaſchen = 2,133 m, läßt sich also im Folgenden stets ohne merklichen Fehler = 2 m annehmen.

**) 1 Werst = 1,07 km.

und erfordert einige Uebung. Die Beurtheilung der Lage der Schrapnelsprengpunkte ist bedeutend schwerer.

Ueber den Platz der Fesselballons innerhalb der Schlachtordnung läßt sich Folgendes sagen: Ehe sich durch die Versuche gezeigt hatte, welch gefährlichen Feind die Ballons an der Artillerie haben, glaubte man, dem Stabsballon seinen Platz in der Höhe der Regimentsreserven anweisen zu können, den Spezialballons den ihrigen noch weiter vorn bis zu 500 Schritt hinter den Schützenketten. Auf diese Weise hätte der Stabsballon bei Eröffnung des Gefechtes etwa 1200 s. Abstand von den Schützen, etwa 1500 s. von der Artillerie des Feindes, die Spezialballons entsprechend weniger. Im Laufe des Gefechtes würden sich diese Entfernungen noch verringern.

Aber die Schießversuche nach Fesselballons, deren Ergebnisse wir weiter unten anführen werden, haben ganz klar gezeigt, daß kein Ballon sich innerhalb des Schrapnelbereichs der feindlichen Artillerie halten kann. Obwohl sehr wenig Schießversuche auf den Grenzentfernungen der Schrapnelzone vorliegen, so kann man doch aus der Zusammenstellung der auf kleineren Entfernungen gegen Ballons erzielten Ergebnisse mit den auf den Grenzentfernungen gegen andere Ziele erreichten schließen, daß die größere Entfernung das Treffen des Ballons zwar verlangsamt, daß er aber trotzdem allemal verloren ist, wenn er in den Bereich des Schrapnelfeuers geräth.

Wenn die ihm drohende Gefahr bemerkt wird, kann sich der Ballon entweder zurückziehen oder an Ort und Stelle bleiben; im ersten Fall bleibt er für spätere Verwendung erhalten, aber die Nachrichtenübermittelung wird während des Rückzuges unterbrochen, im zweiten wird er noch einige Minuten lang Meldungen schicken können, dann aber wird er getroffen werden. Wozu man sich im einzelnen Fall entschließt, wird von den Umständen abhängen: es sind Fälle möglich, in denen in Anbetracht der Wichtigkeit des Moments ein Ausharren, wenn auch nur für wenige Minuten, geboten erscheint, meistens aber wird es vortheilhafter sein, den Ballon durch Zurückziehen zu retten.

Man glaubt vielfach, einen durchlöcherten Ballon an Ort und Stelle in kaum einer Viertelstunde wieder herzustellen. Diese Ansicht gründet sich wahrscheinlich auf einige Fälle einer raschen Reparatur unter besonders günstigen Umständen. Es ist sehr wohl

möglich, einen Ballon mit 5 bis 6 Kugellöchern leicht und schnell auszubessern, wenn er aber durch eine Menge von Sprengstücken zerrissen ist, wird dies schwerlich gelingen; wenn dies schon im Frieden nicht immer möglich ist, wie sich dies bei den Versuchen in Krassnoje Sselo 1891 zeigte (wo ein an 155 Stellen getroffener Ballon für erst in einigen Stunden herstellbar erklärt wurde), wie viel weniger auf dem Schlachtfelde. Zudem muß man den reparirten Ballon mit Gas auffüllen, und auch das erfordert Zeit und bei starker Beschädigung sogar viel Zeit. Und wird es möglich sein, diese Verrichtungen an derselben Stelle vorzunehmen, wo der Ballon getroffen wurde?

Augenscheinlich muß man ihn zunächst aus dem feindlichen Feuerbereich bringen. Wir sind daher der Ansicht, daß ein getroffener Ballon zum wenigsten auf einige Stunden außer Thätigkeit gesetzt ist und kaum dazu kommen wird, an demselben Tage wieder am Kampfe theilzunehmen. Man wird nun, trotz der prinzipiellen Forderung von zwei Stabsballons für jeden größeren Truppenkörper, im Gefecht wohl selten mehr als einen zur Stelle haben und wird daher auf Schonung der vorhandenen Bedacht nehmen müssen. Hält man den Ballon weiter zurück, so opfert man freilich etwas an der Genauigkeit der Beobachtungen, aber einige hundert Schritt machen dabei nicht viel aus. Dafür bleibt der Ballon erhalten, und man kann während des ganzen Gefechtes ununterbrochen von ihm Nutzen ziehen. Das Halten des Ballons in Höhe der Regimentsreserven ist reine Theorie —, in der Praxis läßt man ihn natürlich da aufsteigen, wo man am bequemsten beobachten kann und wo er nicht in die Gefahr kommt, getroffen zu werden.

Gewöhnlich nimmt man als Grenze für das Schrapnelfeuer 1650 s. an, weil diese Entfernung der weitesten Stellung des 12 Sekunden-Brennzünders in der Schußtafel entspricht. Hierbei läßt man aber außer Acht, daß den schußtafelmäßigen Stellungen Sprengpunkte in der Visirlinie, d. h. im Ziel selbst, entsprechen. Hiernach liegt bei der weitesten Zünderstellung der Sprengpunkt auf 1650 s. von der Mündung, die Kugeln fliegen aber noch etwa 100 s. weiter. Oesterreichische Versuche haben ergeben, daß bei einer Entfernung von 700 s. und niedriger Sprenghöhe die Längenausbreitung der Kugeln etwa 120 s. beträgt. Bei einer Erhebung des Ballons von 200 s. und einer Entfernung von

1600 s. bildet die Flugbahn des Schrapnels im Sprengpunkt einen Winkel von etwa 7° mit der Horizontalen (der Fallwinkel beträgt etwa 14°); bei einer Entfernung von 700 s. und Lage des Ziels in der Horizontalebene ist dieser Winkel etwa 4°. Hieraus folgt, daß die Flugbahnen der Kugeln beim Schießen nach dem Ballon auf 1600 s. wenig steiler sind als gegen ein Ziel im Horizont auf 700 s. Es liegt also kein Grund vor, warum die Längenausbreitung der Kugeln geringer sein sollte als bei den österreichischen Versuchen, um so weniger, als bei dem hohen Standpunkt des Ballons über dem Horizont die Kugeln länger fliegen. Auch die um 20 pCt. verminderte Endgeschwindigkeit des Schrapnels kann die Ausbreitung nicht wesentlich ändern. Hiernach können die Sprengweiten bis 100 s. wachsen, und da die geringe Widerstandsfähigkeit des Ballons zu der Annahme berechtigt, daß auch Kugeln aus solcher Sprengweite ihn durchbohren, wenn sie treffen, kann man die Grenze des Schrapnelfeuers gegen Ballons auf 1750 s. annehmen.

III. Die verschiedenen Arten des Schießens gegen Fesselballons.

Von unseren Feldgeschützen hat das leichte die größte Schrapnelschußweite*) und ist daher zum Beschießen von Ballons am geeignetsten.

Bis zu welcher Entfernungsgrenze kann man nun nach einem Ballon schießen?

Keinenfalls darf dabei der höchste, durch das Laffetensystem bedingte, zulässige Erhöhungswinkel überschritten werden; dieser beträgt für das leichte Feldgeschütz etwa 22°. Der Erhöhungswinkel setzt sich zusammen aus dem Visirwinkel und dem Geländewinkel. Mit zunehmender Entfernung wächst der erstere, während der letztere abnimmt, und solange ihre Summe nicht größer als 22° wird, ist das Schießen ausführbar. In nachstehender Tabelle sind die Größen der genannten Winkel für die verschiedenen Entfernungen und für eine Erhebung des Ballons von 100 s. und von 200 s. zusammengestellt. Die Größen der Winkel sind auf

*) Die Schußtafel des schweren Geschützes reicht für Schrapnels nur bis 1500 s. Anm. d. Ueberf.

ganze Grade abgerundet, da kleinere Unterschiede keine ausschlaggebende Bedeutung haben.

Tabelle 1.

Entfernung	Visirwinkel	Geländewinkel		Erhöhungswinkel	
		bei 100 s. Aufstieg	bei 200 s. Aufstieg	bei 100 s. Aufstieg	bei 200 s. Aufstieg
s	°	°	°	°	°
100	0	45	63	45	63
300	1	18	33	19	34
500	2	11	22	13	24
700	3	8	16	11	19
900	4	6	12	10	16
1100	5	5	10	10	15
1300	7	4	8	11	15
1500	8	4	8	12	16
1700	10	3	6	13	16
1900	12	3	6	15	18
2100	14	3	6	17	20

Aus dieser Tabelle ist ersichtlich, daß bei einer Erhebung des Ballons von 100 s. eine Beschießung desselben auf allen Entfernungen von 300 s. an, bei 200 s. Erhebung auf allen über 500 bis zu 2300 s. möglich ist; jene nahen Entfernungen haben aber keine praktische Bedeutung.

Dem Artilleriefeuer gegen einen Fesselballon bieten sich zwei Aufgaben: entweder den Ballon selbst oder seine Windevorrichtung zu treffen.

Die Lenkung des Ballons geschieht mittelst einer zur Fortbewegung im Gelände eingerichteten Winde; das Zerbrechen eines einzigen Theils ihres Mechanismus setzt sie außer Thätigkeit; mehr als eine wird niemals einem Ballon zugetheilt sein, daher wird ihre Beschädigung die Wirksamkeit des Ballons beendigen und die Herstellung einer in Unordnung gerathenen Winde ist viel schwerer als die Ausbesserung des Ballons selbst, manchmal sogar ganz unmöglich. Die Zerstörung der Winde ist deshalb eine sehr verlockende Aufgabe für die Artillerie. In Anbetracht der Wichtigkeit, sie unverletzt zu erhalten, ergreift man alle möglichen Mittel, um sie in ihrer Aufstellung zu decken. Da der

Ballon jedenfalls entlang der Front seine Stellung verändern muß, so kann man nicht darauf rechnen, daß sie durch eine künstliche Deckung geschützt sein wird, unzweifelhaft aber wird man sie in Geländefalten, ganz verdeckt gegen Sicht, aufstellen; in Hinsicht auf die bedeutende Erhebung des Ballons macht natürlich eine hierdurch veranlaßte Erniedrigung nichts aus.

Wenn die Artillerie auf Zerstörung der Winde ausgeht, so muß sie das gewöhnliche Schießverfahren für sichtbare oder unsichtbare Ziele anwenden; letzteres ist das wahrscheinlichere. In diesem Falle ist es sehr vortheilhaft, die Korrekturen auf Grund von Ballonbeobachtungen vorzunehmen. Gefeuert kann nur mit Granaten werden, also auf allen Entfernungen bis 3000 s. Die Treffwahrscheinlichkeit ist eine sehr geringe und nimmt mit zunehmender Entfernung rasch ab. Aber wenn es auch nicht gelingt, die Winde zu zerstören, wird ein solches Schießen doch nicht ergebnißlos sein: der Ballon wird kaum in Stellung bleiben, wenn rings um seine Winde die Granaten einschlagen. Bei Entfernungen unter 1700 s. muß man auch nicht außer Acht lassen, die Bedienungsmannschaft der Winde durch Schrapnelfeuer zu beunruhigen.

Wenn dagegen die Artillerie den Ballon selbst zu treffen beabsichtigt, kann sie sich entweder auf die Winde einschießen und das Ergebniß auf den Ballon übertragen oder sich unmittelbar auf letzteren einschießen. Das erste Verfahren erscheint vortheilhaft, wenn die Winde oder auch nur ihre Bedienungsmannschaft für den Batteriekommandeur sichtbar ist und er die Gabel bis 2 oder doch wenigstens 4 Linien*) verengen kann. Wenn das Richten auf den Ballon aus irgend einem Grunde nicht möglich ist (z. B. weil man direkt gegen die Sonne richten müßte) oder die Beobachtung nach ihm unausführbar ist (z. B. weil der Himmel mit Wölkchen bedeckt ist, die denen der springenden Schrapnels gleichen), bleibt überhaupt nichts Anderes übrig.

Wenn man nach dem Ballon richten kann, so ergiebt sich der Unterschied im Aufsatz beim Uebergang von der Winde zum Ballon aus der Betrachtung des rechtwinkligen Dreiecks: Geschützmündung—Ballon—Winde. Ist z. B. die Entfernung bis zur

*) 1 Linie Aufsatz verändert die Entfernung auf 1000 s. um 26, auf 1600 s. um 20 s. Anm. d. Ueberf.

letzteren 1600 s., der Aufstieg 200 s., so ist die Entfernung bis zum Ballon als Hypotenuse etwa 1610 s. Dem entspricht ein um ½ Linie vermehrter Aufsatz.

Bei solchem Verfahren muß aber auch die Windrichtung berücksichtigt werden. Ist dieselbe der Batterie zugekehrt, so vermindert sich die Entfernung und umgekehrt. Das Maß der Aenderung richtet sich nach dem Neigungswinkel des Leitseils und ist gleich der Länge des Seils mal dem Sinus jenes Winkels, also z. B. bei einer Neigung von 30° gleich der Hälfte der Seillänge. Man nimmt gewöhnlich an, daß der Visirwinkel bezw. die Aufsatzlänge von der Lage des Ziels zum Horizont, d. h. vom Geländewinkel, unabhängig ist. Diese Annahme gründet sich auf den St. Robertschen Satz von der Unabhängigkeit der vertikalen Fallhöhen der Geschosse in der Luft vom Erhöhungswinkel; dieser gilt zwar bekanntlich nur für Winkel unter 15°, allein wir sahen oben, daß diese Grenze zwischen den gebräuchlichen Entfernungen von 900 bis 1700 s. bei einer Erhebung von etwas weniger als 200 s. nicht überschritten wird. Man kann daher in der Praxis annehmen, daß der Geländewinkel keine Rolle spielt, und daher nach Belieben nach der Winde oder nach dem Ballon richten.

Wenn es nicht möglich ist, unmittelbar nach dem Ballon zu richten, muß man nach dem Einschießen auf die Winde die Aufsatzhöhe um so viel vermehren, daß die Flugbahn unter Beibehaltung des bisherigen Zielpunkts durch den Ballon geht, wozu man die Höhe des Aufstiegs kennen muß. Diese läßt sich mit genügender Genauigkeit ermitteln, indem man über Visir und Korn nach dem Ballon richtet und den Aufsatz so weit herauszieht, bis die Visirlinie durch das anfängliche Ziel geht. Es verhält sich dann die Höhe des Aufstiegs (H) zu der Länge des Aufsatzes (h) wie die Entfernung (L) zur Länge der Visirlinie des Geschützes (l). Es ist demnach:

$$H = \frac{1}{l} L h.$$

worin $\frac{1}{l}$ für jedes Geschütz eine Konstante ist, z. B. für das leichte Feldgeschütz, dessen Visirlinie 334 Linien beträgt, 0,003.

Wenn man sich unmittelbar nach dem Ballon einschießt, so geschieht dies mit Schrapnels. In Ermangelung von Versuchs-

ergebnissen ist es schwierig anzugeben, welches Verfahren dabei eingeschlagen werden soll.

Was die Beobachtung der Schüsse betrifft, so sind hierbei vier Fälle zu unterscheiden:

1. Der Batteriekommandeur erhält ausführliche Mittheilungen von einem besonderen, in der Nähe des Ballons aufgestellten Beobachter.

2. Er kann nach beiden Seiten von der Batterie aus seitliche Beobachter mit optischen Instrumenten hinausschicken.

3. Er kann nur einen seitlichen Beobachter ausschicken.

4. Aus Mangel an Raum lassen sich überhaupt keine Beobachter ausschicken.

Im ersten Falle wird der Batteriekommandeur genaue Angaben zur Bestimmung der Lage des mittleren Treffpunkts zum Ballon erhalten und kann danach die passende Aufsatz- und Zünderstellung kommandiren. Einer der Versuche, über den genaue Angaben vorliegen, ist in solcher Weise vor sich gegangen. Die Ergebnisse zeigten keine wesentliche Ueberlegenheit dieses Verfahrens gegenüber anderen. Ueberdies erfordert es besondere Maßnahmen für die Uebermittelung der Beobachtungen, und das Schießen wird hierdurch sehr verlangsamt, während es doch gerade sehr energisch verlaufen muß, um dem Ballon keine Zeit zum Rückzuge zu lassen.

Im zweiten Fall können dem Kommandeur, wenn die Beobachter mit Apparaten zum Messen der Seitenabweichungen versehen sind (z. B. Mollerschen), ziemlich genaue Angaben über den Ort der Sprengpunkte gemacht werden. Hierzu gehört aber eine besondere Ausbildung des Personals und gründliche Organisation der Beobachtungsübermittelung. Dieses Verfahren ist zwar nicht ganz so schießplatzmäßig wie das erste, aber immerhin nicht recht kriegsmäßig. Im Gefecht läßt sich nur darauf rechnen, daß es dem Batteriekommandeur oder irgend einem Anderen gelingt, nahe seitwärts der Batterie einen geeigneten Beobachtungspunkt zu finden.

Bekanntlich erscheinen einem linken seitlichen Beobachter Kurzschüsse rechts, Weitschüsse links vom Ziel, einem rechten um-

gekehrt. Die entsprechenden Rückschlüsse wären aber nur richtig, wenn die Treffpunkte stets in der Visirebene lägen; da aber auch seitliche Abweichungen vorkommen, lassen sich aus den Beobachtungen des seitlichen Beobachters keine sicheren Schlüsse ziehen. Steht z. B. der seitliche Beobachter 100 s. seitwärts der Batterie und die Entfernung beträgt 1600 s., so bilden die beiden Visirebenen einen Winkel, dessen Tangente $^1/_{16}$ beträgt. Stehen nun Seiten- und Längenabweichungen verschiedener Sprengpunkte in demselben Verhältniß, so fallen sie sämmtlich in die Visirebene des seitlichen Beobachters und erscheinen ihm in derselben Richtung; z. B. ein Schuß von — 16 s. und 1 s. Abweichung nach rechts, ein anderer von + 16 s. und 1 s. Abweichung nach links, ferner von — 32 s. und 2 s. nach rechts u. s. f. werden einem 100 s. rechts seitwärts stehenden Beobachter alle gleich erscheinen. Ein sichreres Urtheil gewinnt man, wenn außer den Angaben des seitlichen Beobachters noch die ungefähren seitlichen Abweichungen bekannt sind; und da diese sich nur von der Batterie aus feststellen lassen, so erscheint es am geeignetsten, daß der Kommandeur diesen Theil der Beobachtungen selbst übernimmt. Die Größe der Seitenabweichungen schätzt man am besten durch Vergleich mit dem Durchmesser des Ballons, der fast stets 3,5 bis 5 s. betragen wird. Erscheint also der Sprengpunkt am Rande des Ballons, so kann man die Seitenabweichung auf 2,5 s. annehmen. Wenn z. B. bei einer solchen Abweichung nach rechts ein rechter Beobachter „Strich" meldet, so kann man bei einer Entfernung des Ballons von 1600 s. und des seitlichen Beobachters von 100 s. auf einen Kurzschuß von 40 s. (2,5 mal 16) schließen.

In der folgenden Tabelle (S. 204) sind unter Zugrundelegung der obigen Daten die scheinbaren und wirklichen Lagen der Sprengpunkte zum Mittelpunkt des Ballons bei den verschiedenen Kombinationen angegeben.

Hieraus geht hervor, daß sich vollkommen sichere Schlüsse ziehen lassen, wenn von der Batterie aus oder vom seitlichen Beobachter „Strich" beobachtet wird und wenn die beiden Beobachtungen nach entgegengesetzten Richtungen fallen, daß dagegen, wenn von beiden Stellen aus Abweichungen nach derselben Seite beobachtet werden, ein bestimmtes Urtheil über die Lage des Sprengpunkts nicht abgegeben werden kann.

Tabelle 2.

Beobachtung des seitlichen Beobachters.	Beobachtung des Batterie-kommandeurs.	Wirkliche Lage des Sprengpunkts.
Rechts	Strich	+
Links	Strich	−
Strich	Strich	Mittelpunkt
Strich	$2^1/_2$ rechts	− 40
Strich	$2^1/_2$ links	+ 40
Rechts	$2^1/_2$ rechts	− < 40 oder +
Rechts	$2^1/_2$ links	+ > 40
Links	$2^1/_2$ rechts	− > 40
Links	$2^1/_2$ links	+ < 40 oder −

Falls also im letzterwähnten Falle die Beobachtungen als fraglich behandelt werden, wird dieses Verfahren gute Ergebnisse liefern.

Im vierten der obenerwähnten Fälle, wenn es ganz unmöglich ist, einen seitlichen Beobachter zu entsenden, ist es sehr viel schwieriger, sich über die Lage der Sprengpunkte Rechenschaft zu geben. Immerhin wird es auch hier nützlich sein, einen besonderen Beobachter auf denjenigen Flügel zu schicken, auf welchem sich der Batteriekommandeur nicht aufhält. Steht dieser auf dem entgegengesetzten, so ist die Entfernung zwischen beiden bei Zwischenräumen von 24 Schritt ungefähr 60 s.

Wie weit ein Schießen unter solchen, zwar außergewöhnlichen, aber nicht unmöglichen Verhältnissen wirksam ist, läßt sich aus Mangel an entsprechenden Versuchen nicht sagen.

IV. Schießen nach Fesselballons mit Granaten.

Man hält das Schießen mit Granaten nach einem Ballon für ausführbar. Es sind sogar hierfür besondere Geschosse vorgeschlagen worden, die, wenn sie durch den Ballon hindurchgingen, das Gas entzünden sollten. Da aber die Ballons durch die eingeführten Geschosse ohne irgend welche Schwierigkeit zerstört werden,

kann dies natürlich nicht empfohlen werden. Außerdem ist ein Schießen mit Granaten wenig wirksam, weil ein Ballon auf großen und dabei unbekannten Entfernungen schwer direkt zu treffen ist. Dies erhellt deutlich aus nachfolgender Tabelle, welche die Wahrscheinlichkeit direkter Treffer in Prozenten auf den verschiedenen Entfernungen enthält und zwar gegen einen Stabs- und einen Spezialballon bei verschiedener Lage der mittleren Flugbahn zum Mittelpunkt des Ballons.*)

Tabelle 3.

Entfernung	Die mittlere Flugbahn schneidet den Mittelpunkt des Ballons.		Mittlere Flugbahn bei einem Aufsatz von 1‴ mehr oder weniger.		Mittlere Flugbahn bei einem Aufsatz von 1,5‴ mehr oder weniger.	
S.	Stabs-Ballon.	Spezial-Ballon.	Stabs-Ballon.	Spezial-Ballon.	Stabs-Ballon.	Spezial-Ballon.
200	100	100	100	100	100	100
400	100	100	100	100	100	19
600	100	100	97	38	25	0
800	100	100	58	9	4	0
1000	100	95	27	5	3	0
1200	95	76	19	7	2	0
1400	76	51	17	8	3	1
1600	55	32	17	8	4	2
1800	39	21	17	9	5	2
2000	27	13	16	10	7	3
2200	16	9	14	8	9	5
2400	10	5	12	7	7	4
2600	6	3	8	6	6	3
2800	3	2	7	4	5	2
3000	2	1	5	2	3	2

Diese Zahlen gelten unter der Voraussetzung, daß vollkommen genau gerichtet wird und der Ballon ganz unbeweglich steht. Wenn man aber in Betracht zieht, daß Richtfehler,

*) Hier und im Folgenden sind die auf die Treffwahrscheinlichkeit bezüglichen Tabellen mit in die Uebersetzung aufgenommen worden, weil derartige Angaben über die russischen Geschütze auch für uns nicht ohne Interesse sind. Anm. d. Uebers.

namentlich bei schnellem Schießen, unvermeidlich sind und daß auch bei feststehender Winde leichte Schwankungen des Ballons durch den Wind veranlaßt werden, muß man sie noch erheblich verkleinern. Alsdann existirt aber irgend welche nennenswerthe Wahrscheinlichkeit, den Ballon direkt zu treffen, nur auf Entfernungen unter 1600 s., falls die mittlere Flugbahn durch den Mittelpunkt geht. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so wird die Wahrscheinlichkeit verschwindend gering; schon ein Fehler von 1 Linie Aufsatz bringt diese Wirkung hervor, und dies entspricht einem Fehler von 20 s. in der Entfernung, also von 1 bis 2 pCt. auf 1000 bis 2000 s. Ein solcher läßt sich aber selbst nicht vermeiden, wenn man die Entfernung durch Einschießen gegen die Winde oder einen Entfernungsmesser ermittelt hat.

Auf Entfernungen unter 1700 s. wird man ohnehin nicht mit Granaten schießen, weil man auf ihnen viel vortheilhafter das Schrapnelfeuer anwenden kann.

Man kann also im Allgemeinen sagen, daß ein Schießen mit Granaten gegen Ballons nur ganz ausnahmsweise vorkommen kann, z. B. wenn keine Schrapnels vorhanden sind; in solchem Falle wird man damit die Beobachter auf dem Ballon beunruhigen, ohne darauf zu rechnen, diesen selbst zu zerstören; es ist immerhin möglich, daß man dadurch den Ballon zum Rückzuge veranlaßt.

V. Schießen mit Schrapnels.

Das unmittelbare Schießen mit Schrapnels gegen den Ballon muß immer mit der Gabelbildung beginnen. Man kann annehmen, daß es stets gelingen wird, eine 4 Liniengabel (auf 1600 s. Entfernung etwa 80 s. entsprechend) zu erhalten. Auf eine 2 Liniengabel wird deshalb nicht immer zu rechnen sein, weil es schwierig ist, geringe Kurz- und Weitschüsse voneinander zu unterscheiden.

Nachdem man sodann die Gabelgrenzen kontrolirt hat, muß nun innerhalb dieser Grenzen Flugbahn und Zünderstellung so regulirt werden, daß der Ballon getroffen wird.

Bekanntlich bilden die Schrapnellkugeln eine Garbe, deren Achse anfangs mit der Flugbahntangente im Sprengpunkt zusammenfällt, dann aber sich immer mehr und mehr nach dem Horizont zu neigt, weil der Luftwiderstand auf die Kugeln und Sprengstücke stärker einwirkt als auf das volle Geschoß. In

Oesterreich angestellte Versuche haben ergeben, daß diese Achse bei einer Sprengweite bis zu 50 s. um etwa 1 ° stärker geneigt ist als die Flugbahntangente im Sprengpunkt, daß der Kegelwinkel etwa 16 ° beträgt und daß, wenn man den Kegel durch senkrechte Ebenen schneidet, die Kugeln auf den kreisförmigen Schnittflächen gleichmäßig vertheilt sind.*)

Es sei nun in Fig. 1: O der Sprengpunkt, AO die Visirlinie, BO der letzte, geradlinig anzusehende Theil der Flugbahn, CE die Horizontale durch den Sprengpunkt, OD die Achse des Schrapnelkegels und KOL dessen senkrechter Durchschnitt, so ist, wenn die Entfernung 160 s. und der Aufstieg 100 s. beträgt, der Einfallwinkel AOB etwa 14 °, der Winkel COA, als Wechselwinkel gleich dem Geländewinkel, etwa 4 °, also $\measuredangle$ BOC = 10 °; der Winkel der Kegelachse mit der Horizontalen ist um 1 ° größer, mithin $\measuredangle$ EOD = 11 °; der halbe Kegelwinkel beträgt 8 °, also $\measuredangle$ EOK = 3 ° und $\measuredangle$ EOL = 19 °. (Bei einem Aufstieg von 200 s würde sich ergeben: $\measuredangle$ COA = 7 °, $\measuredangle$ BOC = 7 °, $\measuredangle$ EOD = 8 °, $\measuredangle$ EOK = 0 °, $\measuredangle$ EOL = 16 °.)

Denken wir uns nun den Sprengkegel durch die senkrechten Ebenen, PP bis TT im Abstande von 20, 40, 60, 80 und 100 s. von O, geschnitten, so bilden die Durchschnittsflächen Kreise, deren Radien sich nach der Formel $r = l \operatorname{tg} \alpha$ berechnen lassen, worin l die Entfernung der bezüglichen Fläche vom Sprengpunkt, α den halben Kegelwinkel bedeutet. In unserem Fall ist $\alpha = 8$ °, also $\operatorname{tg} \alpha = 0{,}14$, für l muß nach und nach 20, 40 u. s. f. bis 100 eingesetzt werden.

Hieraus folgt: $r_1 = 2{,}8$ s., $r_2 = 5{,}6$ s, $r_3 = 8{,}4$ s., $r_4 = 11{,}2$ s., $r_5 = 14$ s.

Auf jede dieser Kreisflächen vertheilen sich nun gleichmäßig 160 Kugeln, und es ergiebt sich daher durch Division des Flächeninhalts durch 160, wieviel Kugeln jedesmal auf eine Flächeneinheit kommen. Hieraus läßt sich berechnen, wieviel Kugeln den Ballon treffen müssen, wenn sein Mittelpunkt sich innerhalb jener Durchschnittsflächen befindet, indem man den Inhalt seines größten Kreises mit jener Kugelanzahl für die Flächeneinheit multiplizirt.

---

*) Sowohl die österreichische als die russische Feldartillerie führen Bodenkammer-Schrapnels. Anmerk. d. Uebers.

Bezeichnet man den Durchmesser des Ballons mit d, den wechselnden Radius der Durchschnittskreise mit r, die Kugelzahl, die den Ballon trifft, mit N, so ist:

$$N = \frac{160}{r^2\pi} \cdot \frac{d^2\pi}{4} = 40\,\frac{d^2}{r^2}$$

In der nachfolgenden Tabelle ist hiernach N für d = 5 s. auf den verschiedenen Sprengweiten l ausgerechnet.

Tabelle 4.

$l_1 = 20$ s. $r_1 = 2{,}8$ s.	$l_2 = 40$ s. $r_2 = 5{,}6$ s.	$l_3 = 60$ s. $r_3 = 8{,}4$ s.	$l_4 = 80$ s. $r_4 = 8{,}4$ s.	$l_5 = 100$ s. $r_5 = 14$ s.
N = 130	32	14	8	5

Wieviel Kugeln gehören aber dazu, um einen Ballon zum Sinken zu bringen? Um diese Frage zu entscheiden, sind in Sheerneß im Jahre 1850 besondere Versuche angestellt worden. Auf einen Ballon von 3000 cbm Inhalt wurde mit Gewehren geschossen; er senkte sich, nachdem er 120 Löcher erhalten hatte, also von 60 Kugeln getroffen war. Da die zu Kriegszwecken benutzten Ballons jedoch nicht einmal den vierten Theil jenes Raumes enthalten, so läßt sich annehmen, daß weit weniger Treffer genügen werden, wie sich das auch bei den später näher zu beschreibenden Versuchen gegen Fesselballons gezeigt hat. So z. B. fanden sich in dem zu dem Versuch von 1890 auf dem Schießplatz von Ustj-Ishora benutzten Zielballon 30 Löcher, die von 15 Treffern stammten; in Cummersdorf sanken die Ballons bei 20 bis 30 Löchern (10 bis 15 Treffern), in Lidd 1888 genügten, wie es scheint, 5 Treffer. Die zu den Schießversuchen verwendeten Ballons sind gewöhnlich eben erst mit Gas gefüllt, im Ernstfall wird es sich dagegen oft um solche handeln, die schon stundenlang in Stellung sind. Auch die Belastung entspricht meistens im ersteren Fall keineswegs der Wirklichkeit. Es werden daher jedenfalls im Ernstfall weniger Treffer nöthig sein als bei den Versuchen, und es ist sehr wahrscheinlich, daß ein Ballon schon mit 3 bis 4 Löchern, besonders im oberen Theil, sinken wird, wenn auch nicht so rasch, als man dies auf den Schießplätzen zu sehen bekommt.

Um ganz sicher zu gehen, wollen wir jedoch 10 Treffer, also 20 Löcher, als nothwendig annehmen; es folgt dann aus der obigen Tabelle, daß von 80 s. Sprengweite an ein Schuß nicht mehr ausreicht.

Um festzustellen, von welchen Sprengpunkten aus der Ballon überhaupt getroffen wird, konstruiren wir uns einen Kegel (Fig. 2), dessen Spitze im Centrum des Ballons liegt und dessen Achse unter demselben Winkel nach oben gerichtet ist, den die Achse des Schrapnelkegels mit dem Horizont bildet. Der Winkel an der Spitze ist ebenfalls gleich dem des Schrapnelkegels, also gleich 16 °. Denken wir uns dann die Linien AD und BE tangential zum Ballon und parallel zu den entsprechenden Mantellinien jenes Kegels gezogen, so erhalten wir einen abgestumpften Kegel ADEB, welcher die Eigenschaft besitzt, daß alle innerhalb desselben springenden Schrapnels den Ballon treffen, während alle außerhalb springenden gänzlich gefahrlos für ihn sind. Es ist z. B. leicht zu erkennen, daß die von den Punkten a und b ausgehenden Schrapnelgarben den Ballon zum Theil treffen, aber auch, daß dasselbe bei allen anderen Punkten innerhalb ADEB der Fall sein würde. Die von c und d ausgehenden Schrapnelkegel gehen ganz und gar am Ballon vorbei.

Kennt man die Richtung der Flugbahn, d. h. weiß man, ob sie durch den Ballonmittelpunkt geht oder durch irgend einen anderen Punkt, dessen Entfernung von jenem bekannt ist, und kennt man ferner die Zünderstellung, so kann man die Lage des mittleren Sprengpunktes zum Mittelpunkt bestimmen. Konstruirt man dann um ersteren ein Ellipsoid, dessen Achsen man erhält, wenn man nach der Richtung der Länge, Breite und Höhe beiderseits das Dreifache der betreffenden quadratischen Abweichung*) abträgt, so umschließt dieses alle Sprengpunkte, die bei der gegebenen Aufsatzhöhe und Zünderstellung möglich sind. Für jeden einzelnen Fall kann man sich nun dieses Ellipsoid und außerdem den Kegel ADEB, den wir den Gefahrskegel nennen wollen, konstruirt denken; dann kommt es darauf an, welcher Theil des Ersteren zugleich in den Letzteren fällt. Weiß man dies und zieht außerdem das Gesetz in Betracht, nach welchem sich die Sprengpunkte innerhalb des Ellipsoids vertheilen, so kann man

*) Entspricht der doppelten mittleren Abweichung. Anmerk. d. Uebers.

ausrechnen, wieviel Prozent Sprengpunkte Treffer im Ballon ergeben.

Bekanntlich fallen in einen Streifen, der dreimal so breit ist als die wahrscheinlichen Abweichungen, wenn zugleich der mittlere Treffpunkt in seiner Mitte liegt, 68 pCt. aller Geschosse; beträgt die Breite sechs wahrscheinliche Abweichungen — 96 pCt., also beinahe sämmtliche. Wir wollen daher den Achsen des Ellipsoids diese letzteren Abmessungen geben und innerhalb desselben ein zweites mit Achsen von halber Größe konstruiren. Dann fallen in das erste $(0{,}96)^3 = 88\,1/2$ und in das zweite $(0{,}68)^3 = 31\,1/2$ pCt. aller Sprengpunkte.

Auf 1600 s. Entfernung betragen die wahrscheinlichen Abweichungen: nach der Seite 0,88, nach der Höhe 1,57 und nach der Länge 7 s. Da aber beim Schrapnelschießen außer den durch die Unregelmäßigkeiten der Flugbahnen veranlaßten Längenabweichungen auch noch die von der ungleichmäßigen Brennzeit der Zünder herrührenden in Betracht kommen, wollen wir die wahrscheinlichen Längenabweichungen $1\,1/2$ mal größer, also gleich 10,5 s. annehmen.

Auf diese Weise erhalten die Halbachsen des großen Ellipsoids die Längen: 2,64, 4,72 und 32 s., des kleinen: 1,32, 2,36 und 16 s.

Die Horizontalprojektionen dieser Ellipsoide bilden Ellipsen, deren kleine Achsen 5,28 bezw. 2,64 s. betragen. Bei einem Ballondurchmesser von 5 s. ergiebt sich also, daß der Durchmesser DE der Grundfläche des Gefahrskegels fast gleich der kleinen Achse der größeren Ellipse ist. Da nun die Längsachse der Ellipsoide stets in der durch den Ballonmittelpunkt gehenden Schußebene liegt, so muß die Ellipse, welche die Horizontalprojektion des großen Ellipsoids bildet, stets innerhalb der Projektion des Gefahrskegels fallen. Zur Beurtheilung der Prozentzahl der den Ballon treffenden Sprengpunkte genügt daher die Betrachtung der Lage der Vertikalprojektionen des Gefahrskegels und der Sprengpunkts-Ellipsoide zu einander; Erstere bildet eine Winkelfläche mit abgeschnittener Spitze (ADEB in Fig. 2), Letztere zwei Ellipsen, deren große Achsen 32 bezw. 64 s., deren kleine 4,72 bezw. 9,44 s. lang sind. Der großen Ellipse entsprechen 92, der kleinen 46 pCt. aller Sprengpunkte.

Bei Untersuchung der einzelnen Fälle kann man sich mit Vortheil der graphischen Methode bedienen, wobei man folgendermaßen verfährt: Auf Grund der obengenannten Daten konstruirt man sich den Gefahrskegel und zeichnet in einem bestimmten Maßstab seine Projektion auf; hierauf trägt man in die Zeichnung die mittlere Flugbahn ein (ihre Lage ergiebt sich aus der bekannten Aufsatzhöhe für den Mittelpunkt des Ballons und der für den gegebenen Fall) und bestimmt auf ihr nach der gegebenen Zünderstellung den mittleren Sprengpunkt. Nun legt man die maßstabgerecht aus Karton ausgeschnittenen Ellipsen, die den Projektionen der oben bezeichneten Ellipsoide entsprechen, so auf die Zeichnung auf, daß ihre Mittelpunkte mit den mittleren Sprengpunkten zusammenfallen und ihre Achsen die entsprechende Richtung bekommen, dann hat man sofort eine Anschauung davon, welche Theile dieser Ellipsen innerhalb des Gefahrskegels (d. h. der bezüglichen Winkelfläche) fallen, und dadurch, wieviel Sprengpunkte Ballontreffer ergeben.

Betrachten wir nun die einzelnen Fälle:

1. Die mittlere Flugbahn geht durch den Mittelpunkt des Ballons (siehe Fig. 3). Entspricht hierbei die Zünderstellung der Lage des Sprengpunks in der Visirlinie,*) so liegt der mittlere Sprengpunkt im Mittelpunkt O; die großen Achsen der Ellipsen bekommen stets horizontale Richtung, da sie ja den Längenabweichungen entsprechen. In die Figur ist nur die kleinere Ellipse aufgenommen, und es ist leicht ersichtlich, daß etwa die Hälfte derselben innerhalb der Fläche ADEB fällt. — Bei Verminderung der Brennlänge um 0,2 Sekunden wird der mittlere Sprengpunkt nach F verlegt, und es entsteht eine mittlere Sprengweite von 20 s. Die ganze kleinere Ellipse fällt innerhalb ADEB, die größere zwar nicht ganz, jedoch mit dem Theil, in dem die Sprengpunkte am dichtesten liegen.

Wächst durch weitere Verringerung der Brennlänge um 0,2 Sekunden die Sprengweite auf 40 s. — mittlerer Sprengpunkt G —, so fallen beide Ellipsen innerhalb ADEB und sogar noch ein Theil der außerhalb der größeren liegenden Sprengpunkte, deren Zahl im Ganzen 8 pCt. beträgt. Bei weiterer Ver-

*) Die in den russischen Schrapnelschußtafeln angegebene Brennlänge entspricht stets der Lage des mittleren Sprengpunktes in der Visirlinie, d. h. im Horizont der Geschützmündung. Anm. d. Uebers.

ringerung um dasselbe Maß — mittlere Sprengweite 60 s. — fallen sämmtliche Sprengpunkte in den Gefahrsraum. Dasselbe ist natürlich bei 80 s. mittlerer Sprengweite der Fall, allein wir wissen aus der Tabelle 4, daß hierbei durchschnittlich nur acht Kugeln den Ballon treffen; da wir jedoch deren zehn als nothwendig betrachten, können wir anstatt 100 nur 80 pCt. wirksame Sprengpunkte rechnen.

2. Die Aufsatzlänge ist um 1 Linie zu groß (gegenüber der ad 1). Auf der Entfernung von 1600 s. verlegt 1 Linie Aufsatz den Treffpunkt um 4,8 s., so daß nunmehr die mittlere Flugbahn durch den Punkt N (Fig. 4), 4,8 s. über O hindurchgeht.

Bei Sprengpunkt in der Visirlinie, also im Punkt K ist die Sprengweite gleich + 20 s., die kleinere Ellipse fällt ganz, die größere zum bei Weitem größten Theil außerhalb ADEB. Vermindert man wieder die Brennlängen nach und nach um je 0,2 Sekunden, so erhält man als mittleren Sprengpunkt zunächst N, Sprengweite gleich 0; den innerhalb ADBE fallenden Theil der kleineren Ellipse zeigt die Figur. Nachher ergeben sich die mittleren Sprengpunkte L; P und R mit immer steigender Zahl wirksamer Sprengpunkte; bei P fällt fast die ganze große Ellipse, bei R sogar noch ein Theil der außer derselben liegenden Sprengpunkte in den Gefahrsraum u. s. f.

3. Die Aufsatzlänge ist um 2 Linien zu groß (Fig. 5).

Die mittlere Flugbahn geht durch den Punkt S, 9,6 s. über dem Mittelpunkt des Ballons.

Bei Sprengpunkt in der Visirlinie, also Sprengweite + 40 s., ebenso bei einer um 0,2 Sekunden verkürzten Brennlänge, giebt es noch gar keine wirksamen Sprengpunkte. Erst wenn der mittlere Sprengpunkt nach S kommt (Brennlänge — 0,4 Sekunden gegenüber der schußtafelmäßigen, Sprengweite 0) beginnen einige wirksam zu werden, der Prozentsatz steigert sich, wenn der mittlere Sprengpunkt der Reihe nach nach T, U und V rückt.

4. Die Aufsatzlänge ist um 3 Linien zu groß.

Dann geht die mittlere Flugbahn durch den Punkt Y (Fig. 5), 14,4 s. über dem Mittelpunkt des Ballons.

Erst wenn durch Verkürzung der Brennlänge um 1,2 Sekunden gegenüber der schußtafelmäßigen der mittlere Sprenggunkt bis X zurückgerückt ist, ergiebt sich eine Anzahl wirksamer Sprengpunkte, noch mehr, wenn jener nach A rückt, wobei jedoch der oben unter 1 angedeutete Abzug zu machen ist.

5. Die Aufsatzlänge ist um 1 Linie zu klein.

Die mittlere Flugbahn geht durch den Punkt H (Fig. 5), 4,8 s. unter dem Ballonmittelpunkt.

Schon bei der Lage des mittleren Sprengpunkts in diesem Punkt, wozu eine gegen die schußtafelmäßige, um 0,2 Sekunden vermehrte Brennlänge gehört, ergiebt sich eine Anzahl wirksamer Sprengpunkte, dieselbe vermehrt sich bei Verschiebung des mittleren Sprengpunktes nach Z, ω und Q; bei einer Sprengweite von 80 s. (Verkürzung der Brennlänge um 0,6 Sekunden, mittlerer Sprengpunkt in α) fallen sämmtliche Sprengpunkte in den Gefahrsraum, jedoch sind davon bekanntlich nur 80 pCt. als wirksam anzusehen.

6. Die Aufsatzlänge ist um 2 Linien zu klein.

Die mittlere Flugbahn geht durch den 9,6 s. unter dem Mittelpunkt des Ballons liegenden Punkt λ. (Fig. 5.)

Hierbei ergeben sich wirksame Sprengpunkte nur bei Lage des mittleren Sprengpunkts in δ, γ oder β, d. h. der schußtafelmäßigen Brennlänge, sowie der um 0,2 bezw. 0,4 verminderten (Sprengweiten von 40, 60 bezw. 80 s.), wobei im letzteren Falle wieder der betreffende Abzug an der Prozentzahl zu machen ist. — In der folgenden Tabelle sind nun die ausgerechneten Prozentzahlen der wirksamen Sprengpunkte für alle die vorerwähnten Aufsatzlängen und Zünderstellungen zusammengestellt, wobei die Aufsatzlänge o diejenige bedeutet, bei der die mittlere Flugbahn durch den Ballonmittelpunkt geht und die Zünderstellung o diejenige Brennlänge, bei der der mittlere Sprengpunkt in der Visirlinie liegt (die schußtafelmäßig zu der betreffenden Aufsatzlänge zugehörige).

Tabelle 5.

Aufsatz-stellung	Zünderstellung (Sekunden)								
(Linien)	+0,2	0	−0,2	−0,4	−0,6	−0,8	−1	−1,2	−1,4
	Prozentzahlen								
−2	0	5	40	64					
−1	10	50	90	96	80				
0	1	40	90	98	100	80			
+1	0	5	20	70	90	98	80		
+2			0	3	10	30	80	72	
+3							1	20	40

Beim Schießen gegen einen kleinen (Spezial-) Ballon verringern sich diese Zahlen einigermaßen, da die Begrenzungslinien AD und BE des Gefahrraumes näher zusammenrücken (A'D' und B'E' in Fig. 5). Eine bedeutende Verringerung der Zahl der wirksamen Sprengpunkte findet bei den Sprengweiten von 80 s. statt; denn auf den kleinen Ballon kommen im Durchschnitt nur halb so viel Kugeln ($5^2 : 3{,}5^2 = 2 : 1$). Die letzten Prozentzahlen in den Horizontalreihen, welche jener Sprengweite entsprechen, reduziren sich daher auf die Hälfte. Aus demselben Grunde vermindern sich die vorletzten Prozentzahlen dieser Reihen um 70 pCt.

Wäre nun der Ort des Ballons genau bekannt, so brauchte man nur die günstigste Aufsatz- und Zünderstellung auszuwählen; dies ist jedoch nicht der Fall, vielmehr kann er sich innerhalb der erschossenen Gabelgrenzen an irgend einer beliebigen Stelle befinden.*)

Es kommt nun darauf an, festzustellen, wie man Aufsatz und Zünder zu stellen hat, um den Ballon auf der ganzen Strecke zwischen jenen Grenzen am besten zu treffen.

*) Daß er sich außerhalb der Gabelgrenzen befinden könnte, betrachtet der Verf. angesichts der Vorschrift der Schießregeln, nach der beide Grenzen kontrolirt werden müssen, offenbar als ausgeschlossen. Anm. d. Uebers.

Betrachten wir nacheinander die Sachlage in den Fällen der Herstellung einer 4 Linien- und einer 2 Linjengabel.

I. Es ist nur die 4 Liniengabel gebildet.

Es seien (Fig. 6) die Punkte A und E die Grenzen der Gabel; die Entfernung zwischen ihnen — 80 s. — theilen wir durch die Punkte B, C, D in vier gleiche Theile, so daß zur Uebertragung der Flugbahn von einem zum nächsten eine Aufsatzänderung von 1 Linie nöthig ist. Wir nehmen dann weiterhin an, daß sich der Ballon der Reihe nach in B, C und D befände. Die Prozentzahl der wirksamen Sprengpunkte wird verschieden sein je nach dem Ort des Ballons zwischen A und E, nach der Stellung des Aufsatzes und der des Zünders. In jedem gegebenen Falle läßt sie sich leicht aus Tabelle 5 finden, wenn gegeben ist: der Ort des Ballons, die Lage des Punktes, durch den die Flugbahn geht und die Zünderstellung innerhalb der Grenzen der Tabelle. Befindet sich der Ballon z. B. im Punkt C, die Flugbahn geht durch D und die Brennlänge ist um 0,6 Sekunden kleiner als die schußtafelmäßige, so ergeben sich 90 pCt.; denn die Aufsatzlänge, um den Punkt D zu treffen, ist um 1 Linie größer als die für Punkt C passende.

Hiernach ist die folgende Tabelle 6 für die verschiedenen Stellungen des Ballons zwischen A und E zusammengestellt, bei innerhalb der Gabelgrenzen verschiedenen Aufsatzlängen und den vortheilhaftesten Brennlängen.

Es ist einleuchtend, daß man diejenige Kombination von Aufsatz und Brennlänge wählen muß, bei der man, wo sich auch der Ballon zwischen A und E befinden mag, eine beträchtliche Prozentzahl wirksamer Sprengpunkte erhält; denn jede Stellung des Ballons innerhalb jener Grenzen hat die gleiche Wahrscheinlichkeit für sich.

Einige Zahlen dieser Tabelle, die nicht aus der vorigen zu entnehmen sind, sind auf ähnliche Weise wie die anderen gebildet.

Aus dieser Tabelle ist Folgendes zu ersehen:

1. Nimmt man den Aufsatz der unteren Gabelgrenze, so erhält man bei Stellung des Ballons in D oder E keine oder sehr wenig Wirkung.

2. Ebenso wenig mit dem Aufsatz der oberen Grenze bei Stellung des Ballons in A oder B.

Tabelle 6.

Aufsatz	Zünderstellung	Ballon im Punkt B	Ballon im Punkt C	Ballon im Punkt D
		Prozentzahlen		
Untere Gabelgrenze	0	50	5	0
	— 0,2	90	40	0
	— 0,4	96	64	15
	— 0,6	80	50	30
	— 0,8	50	35	30
1 Linie über der unteren Gabelgrenze	0	40	50	5
	— 0,2	90	90	40
	— 0,4	98	96	64
	— 0,6	100	80	50
	— 0,8	80	50	35
2 Linien über der unteren Gabelgrenze	0	5	40	50
	— 0,2	20	90	90
	— 0,4	70	98	96
	— 0,6	90	100	80
	— 0,8	98	80	50
1 Linie unter der oberen Gabelgrenze	0	0	5	40
	— 0,2	0	20	90
	— 0,4	3	70	98
	— 0,6	10	90	100
	— 0,8	30	98	80
Obere Gabelgrenze	0	0	0	5
	— 0,2	0	0	20
	— 0,4	0	3	70
	— 0,6	0	10	90
	— 0,8	0	30	98

3. Bei einer Aufsatzlänge von 1 Linie unter der oberen Grenze wird die Wirkung höchst unzureichend, wenn der Ballon in der Gegend des Punktes B steht.

4. Bei einer Aufsatzlänge von 1 oder 2 Linien mehr als die untere Grenze gestaltet sich die Wirkung durchweg sehr gut, wenn man eine um 0,4 oder 0,6 Sekunden kleinere Brennlänge wählt als diejenige, welche dem Sprengpunkt in der Visirlinie entspricht.

II. Es ist gelungen, die 2 Liniengabel zu bilden.

Es seien K und M (Fig. 7) die um 40 s. voneinander entfernten Gabelgrenzen und L ein Punkt in der Mitte dieser Entfernung.

Die folgende Tabelle 7 ist ganz ähnlich angeordnet und entstanden wie Tabelle 6.

Tabelle 7.

Aufsatz	Zünderstellung	Ballon im Punkt K	Ballon im Punkt L	Ballon im Punkt M
		Prozentzahlen		
Untere Gabelgrenze	0	40	50	5
	— 0,2	90	90	40
	— 0,4	98	96	64
	— 0,6	100	80	50
	— 0,8	80	50	35
1 Linie über der unteren Gabelgrenze	0	5	40	50
	— 0,2	20	90	90
	— 0,4	70	98	96
	— 0,6	90	100	80
	— 0,8	98	80	50
Obere Gabelgrenze	0	0	5	40
	— 0,2	0	20	90
	— 0,4	3	70	98
	— 0,6	10	90	100
	— 0,8	30	98	80

Aus dieser Tabelle folgt:

1. Für den Aufsatz der unteren Gabelgrenze ist die Wirkung bei Stellung des Ballons bei M gering.

2. Für die obere Gabelgrenze ist bei Stellung des Ballons in K die Wirkung verschwindend.

3. Bei jeder Stellung des Ballons zwischen K und M erhält man gute Wirkung, wenn die mittlere Flugbahn durch L geht, d. h. wenn man die Gabel halbirt und dabei Brennlängen wählt, die um 0,4 bis 0,8 Sekunden kürzer sind als die dem Sprengpunkt in der Visirlinie entsprechenden.

Faßt man alles über Auswahl von Aufsatz und Brennlänge Gesagte zusammen, so kann man als Regel hinstellen: man muß stets die Gabeln halbiren und die Brennlängen 0,4 oder 0,6 kürzer als die schußtafelmäßig zum entsprechenden Aufsatz gehörigen machen.

Unter diesen Umständen wird man, wo sich auch der Ballon innerhalb der Gabelgrenzen befinde, stets mindestens 70 pCt. wirksame Sprengpunkte gegen ihn erhalten.

Natürlich kann diese Zahl, wie alle auf theoretischen Betrachtungen beruhenden von der in Wirklichkeit sich ergebenden abweichen.

Leider ist diese Frage aber auf dem Wege des Versuchs noch nicht gelöst und wird es kaum so bald werden; man muß sich daher mit theoretischen Folgerungen begnügen.

Wenn nun aber auch die ausgerechneten Zahlen nicht vollkommen mit den wirklichen übereinstimmen werden, so liegt doch kein Grund vor, anzunehmen, daß ihr gegenseitiges Verhältniß falsch sei. Zu einem richtigen Schluß, wie man beim Schießen gegen einen Ballon Aufsatz und Brennlänge zu wählen habe, braucht man aber nicht die absoluten, sondern die relativen Zahlen, welche das Verhältniß der wirksamen Sprengpunkte ausdrücken.

VI. Maßregeln zum Schutz der Ballons.

Die bis jetzt ausgeführten Schießversuche gegen Fesselballons haben gezeigt, daß diese in wenigen Minuten zu zerstören sind, wenn sie sich in Schrapnelentfernung von einer Batterie befinden. Man muß sich daher, um den Ballon zu retten, sobald man die Eröffnung von Schrapnelfeuer gegen ihn merkt, schnell mit ihm aus dessen Sphäre entfernen.

Es können nun aber Fälle eintreten, in denen man angesichts der besonderen Wichtigkeit der Beobachtungen gezwungen ist, im feindlichen Feuer auszuharren. Alsdann kann der Ballon, um dem Feinde das Einschießen zu erschweren, sich auf und ab oder nach seitwärts hin und her oder in der Schußrichtung vor- und zurück bewegen. Durch die ersten beiden Arten der Bewegung ändert sich die Entfernung nicht merklich, das Schießen kann daher nach den Regeln für ein seitwärts auf dem Erdboden sich bewegendes Ziel geschehen. Geübte Richtkanoniere werden den Be-

wegungen des Ballons, die wegen seiner großen Widerstandsfläche nicht sehr heftig sein können, stets ohne Mühe zu folgen im Stande sein. Da Aufsatz und Brennlänge nicht geändert zu werden brauchen, wird sich das Schießverfahren nicht wesentlich von dem gegen unbewegliche Ballons unterscheiden. Bei einigen Schießversuchen ist eine derartige Bewegung der Ballons ausgeführt worden, bei einzelnen wurde sogar Jemand besonders damit beauftragt, die Bewegungen des Ballons behufs Erschwerung des Einschießens zu leiten. Irgend ein Erfolg war aber nicht bemerkbar.

Bei einer Bewegung in der Schußrichtung ändert sich aber die Entfernung, und dies nöthigt zu Aenderungen an Aufsatz und Brennlänge. Hierbei wird natürlich das Einschießen einigermaßen erschwert, namentlich falls die Bewegungen von der Batterie aus nicht bemerkt werden. Da eine Aenderung der Sprengweite um etwa 50 s. keinen Einfluß auf die Wahrscheinlichkeit hat, den Ballon wirksam zu treffen, so müssen die Bewegungen mindestens 100 s. ausmachen. Sie werden bewirkt durch Bewegung der Windevorrichtung in der Schußrichtung, wobei diese, die vorher durch das Gelände verdeckt war, sich möglicherweise zeigt und dem Feuer aussetzt. Leider wurde bei keinem der Versuche eine solche Bewegung ausgeführt, und daher ist die Bedeutung dieser Schutzmaßregel nicht völlig aufgeklärt.

Der Aufenthalt eines Ballons in der Schrapnelsphäre ist unmöglich, aber auch außerhalb derselben kann man ihn nicht als in völliger Sicherheit betrachten; man darf die Gelegenheit nicht versäumen, die Windevorrichtung, auch bei geringer Treffwahrscheinlichkeit, zu beschießen; ihre Zerstörung ist ein ebenso wünschenswerther Erfolg als die des Ballons. — Zu den Schutzmitteln ist noch die Etablirung des Ballons an einer solchen Stelle zu rechnen, an der er als Hintergrund sehr hellen Himmel oder kleine Wölkchen von der Gestalt der Schrapnelwölkchen hat, oder an der er durch Geländegegenstände verdeckt ist. Die Anwendbarkeit dieser Mittel ist aber natürlich auf seltene Ausnahmsfälle beschränkt.

Ungeachtet aller dieser Erschwernisse für das Einschießen wird aber die Artillerie trotzdem jeden Ballon, sobald er in die Zone des Schrapnelfeuers eintritt, bald zerstören, und es bleibt als Bedingung für Ballonbeobachtungen bestehen, daß die Entfernung bis zur nächsten feindlichen Batterie größer sein muß als 1700 s.

VII. Schießversuche.

Alle bisher ausgeführten Versuchsschießen nach Fesselballons lassen sich in reine Schießplatzversuche und in solche eintheilen, bei denen möglichst kriegsmäßige Verhältnisse zu Grunde gelegt wurden. Bei den anfänglichen Versuchen wurden natürlich die Bedingungen für die Artillerie sehr günstig angenommen: kleine Entfernungen, unbeschränkte Zeit zwischen den einzelnen Schüssen, bekannte Entfernung, unbeweglicher Ballon. Als sich aber herausstellte, daß unter solchen Verhältnissen die Wirkung sehr erfolgreich war, mußte man dazu übergehen, der Artillerie den Kampf zu erschweren, indem man das Schießen kriegsmäßig, d. h. rasch, glatt und energisch verlaufen ließ. Der Schießende darf dabei nicht auf einen Beobachter am Ziel, höchstens auf einen 100 bis 150 s. entfernten seitlichen Beobachter rechnen, die Entfernungen müssen etwa 1600 bis 1700 s. betragen und dem Schießenden unbekannt sein.

Allen diesen Bedingungen hat nun allerdings keines der folgenden Schießen entsprochen.

1. Schießen der englischen Artillerie bei Dungeneß im Jahre 1880.

Es wurde aus 8zölligen Haubitzen auf 2000 Ellen (etwa 300 s.) nach einem 120 s. hohen Ballon geschossen. Dank der kleinen Entfernung wurde er schon durch den zweiten Schuß zerstört, dessen Geschoß unmittelbar vor ihm sprang. Irgend welche Folgerungen lassen sich selbstverständlich aus diesem Versuch nicht ziehen, und er ist nur der Vollständigkeit halber angeführt.

2. Schießen der deutschen Artillerie bei Cummersdorf.

Die Versuche fanden auf Entfernungen von etwa 2400 s. statt. Ein Ballon in der Höhe von etwa 50 s. wurde mit dem 10., einer in der Höhe von 120 s. mit dem 20. Schuß zerstört, jeder hatte 20 bis 30 Löcher. Für die Beurtheilung der Versuchsergebnisse fehlt es an Angaben; man weiß nicht, ob die Entfernung unbekannt war, ob der Ballon still stand oder sich bewegte, auch nicht, wie die Beobachtung stattfand. Angesichts der glänzenden Resultate ist anzunehmen, daß die Bedingungen für die Artillerie

sehr vortheilhaft waren, worauf in Wirklichkeit nicht gerechnet werden kann. Dennoch zeigen diese Versuche, daß die Artillerie einen Ballon auch weit jenseits 2000 s. zerstören kann.

3. Schießen der englischen Artillerie in Lidd.

Es wurde mit Schrapnels aus 12pfündigen Kanonen auf Entfernungen von etwa 1800 s. geschossen. Der Ballon befand sich in fortdauernder Bewegung; es wurden 17 Schuß abgegeben, ohne daß er getroffen wurde.

Der Mißerfolg muß dem Umstand zugeschrieben werden, daß der 15 Sekundenzünder dabei zum ersten Mal zur Anwendung kam. Warum das Schießen nicht fortgesetzt wurde, ist unbekannt, aber es scheint, als ob es unvorhergesehenerweise bei Gelegenheit von Beobachtungsübungen vom Ballon aus stattgefunden hätte.

Daher giebt es keinen Anhalt zur Beurtheilung der Artilleriewirkung gegen Ballons.

4. Schießen der englischen Artillerie in Lidd im Jahre 1888.

Es schossen ebenfalls 12pfündige Kanonen nach einem Ballon von etwa 24 Fuß Durchmesser in einer Höhe von etwa 70 s.; die Entfernungen schwankten zwischen etwa 1550 und 1700 s. Nach 17 Schuß sank der Ballon; er war an zwei Stellen auf einer Länge von etwa einem Fuß zerrissen und enthielt 8 Kugellöcher. Die Entfernungen wurden während des Schießens mit Entfernungsmessern besonderer Konstruktion ermittelt. Wie lange Zeit das Schießen in Anspruch nahm und auf welche Art die Beobachtung der Sprengpunkte stattfand, ist nicht bekannt.

Diese Versuche haben erwiesen, daß die Zerstörung auf beträchtliche Entfernung möglich ist und daß das Manövriren des Ballons (es wurde sowohl Entfernung als Aufstieg verändert) das Schießen nicht wesentlich erschwert.

5. Schießen der russischen Artillerie auf dem Schießplatz von Ustj-Ishora im Jahre 1890.

Es wurde aus vier leichten Geschützen gegen einen Ballon von 36 Fuß Durchmesser auf etwa 1450 s. mit Schrapnels geschossen. Die Entfernung war dem Schießenden annähernd bekannt; dieser befand sich auf einem Beobachtungsstand etwa eine

Werft links seitwärts und etwas vorwärts der Batterie. Von dort kommandirte er mittelst Telephon für jeden Schuß Aufsatz und Zünderstellung. Der Ballon war an drei Tauen befestigt und manövrirte nicht, wurde aber vom Winde gleichmäßig geschaukelt. Dies erschwerte aber bei der Langsamkeit und Gleichmäßigkeit der Bewegung das Richten keineswegs.

Der Verlauf des Schießens ist aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

Tabelle 8.

Nr. des Schusses	Aufsatz. Linien	Brennlänge. Sekunden	Beobachtung	Nr. des Schusses	Aufsatz. Linien	Brennlänge. Sekunden	Beobachtung
1	57	12	+	15			blind
2	57	12	+	16	51	9,8	blind
3	57	12	—	17			+
4	57	12	—	18			
5	57	11	+	19			
6	57	11	blind	20	50	9,8	+
7	57	10,5	? hoch	21			
8	55	10,5	? hoch	22			
9	51	10,5	+	23			
10	51	10	+	24	50	9,7	+
11			blind	25			
12	51	10	blind	26			
13			+	27			
14			+	28	25	9,5	—
				29			
				30			Ball. sinkt.

Der Ballon wurde also mit dem 30. Schuß zum Sinken gebracht. Wenn man aber in Betracht zieht, daß 5 Schuß blind gingen und 3 (Nr. 2 bis 4) nur abgegeben wurden, um die Rohre frei zu machen, so waren nur 22 Schrapnels hierzu verwandt. Im Ballon fanden sich 5 große Risse und 24 Kugellöcher, zumeist im oberen Theil.

Diese Versuche beweisen, daß unter den oben bezeichneten günstigen Bedingungen ein Ballon leicht getroffen wird; Folgerungen für ein kriegsmäßiges Verfahren lassen sich aber nicht aus ihnen ziehen.

6. Schießen der russischen Artillerie bei Kraßnoje Sselo im Jahre 1891.

Zweck des Versuchs war, das Schießverfahren gegen Ballons unter möglichst kriegsmäßigen Verhältnissen zu erproben, dabei zugleich die Treffwahrscheinlichkeit und den nöthigen Zeitaufwand.

Der Zielballon war derselbe wie bei dem Versuche in Ustj-Ishora im Jahre vorher. Es schoß eine leichte Batterie zu 8 Geschützen; die Entfernung war dem Schießenden unbekannt und stellte sich durch das Einschießen als etwa 1250 s. betragend heraus. Um die Wirkung des Manövrirens des Ballons festzustellen, wurde er nach Anweisung eines besonders dazu abgetheilten, in seiner Nähe postirten Offiziers in Bewegung erhalten, und zwar so, daß mit der Bewegung nach der einen Seite ein Sinken, mit der nach der anderen ein Steigen verbunden war; die Bewegung fand in beinahe senkrechter Richtung zur Schußlinie statt. Der Schießende stellte sich etwa 100 s. seitwärts der Batterie auf und ließ dieser seine Kommandos für Aufsatz und Brennlänge vermittelst besonderer Signale zukommen. Es wurde mit Schrapnels unter zugweisem Laden geschossen. Den Verlauf des Schießens zeigt nachstehende Tabelle.

Tabelle 9.

Nr. des Schusses	Aufsatz. Linien	Brennlänge. Sekunden	Beobachtung	Nr. des Schusses	Aufsatz. Linien	Brennlänge. Sekunden	Beobachtung
1 2	} 48	10	+	7 8	} 36	7,9	—
3 4	} 44	9,3	+	9 10	} 38	8,2	+
5 6	} 40	8,6	+	11 12	} 38	8	Ball. sinkt.

Der Ballon sank nach dem 11. Schuß. Aus der Betrachtung der Tabelle ist ersichtlich, daß das Schießverfahren sich in nichts von dem gegen ein stehendes Ziel auf dem Erdboden unterschied: nach Bildung der 2 Liniengabel blieb der Batteriekommandeur auf der weiten Gabelentfernung und brach 0,2 Sekunden an der Brennlänge ab.

Wir bemerken, daß wir bei solcher Aufsatz- und Zünderst
oben auf theoretischem Wege 0,20 und 90 pCt. wirksamer S
punkte erhielten (siehe Tabelle 7), je nach der Stellung des B
innerhalb der Gabelgrenzen. Es wäre hiernach vortheilhaft
wesen, den Auffatz 37 und die Brennlänge 7,6 anzuwenden,
0,4 Sekunden weniger als die dem Aufsatz 37 schußtafel
entsprechende.

Das ganze Schießen dauerte 10 Minuten. Wenn es,
annähernde Ermittelung der Entfernung mittelst eines Entfer
messers, möglich gewesen wäre, von vornherein die 2 Linie
zu bilden, so würde beinahe die Hälfte der Zeit erspart w
sein. In dem Ballon befanden sich 16 Risse und 141 Kugel

Man sieht, daß bei diesem Schießen Alles geschehen wa
es möglichst kriegsmäßig zu machen: die Entfernung war unbe
die Feuergeschwindigkeit war kriegsmäßig, besondere, weit en
Beobachter gab es nicht. Allerdings wird ein so weites Abb
des Kommandeurs von der Batterie nicht immer möglich
immerhin würde es fehlerhaft sein, in denjenigen Fällen,
angängig erscheint, sich diesen Umstand nicht zu Nutze zu m
Andererseits würde es sehr interessant sein, ein Versuchsfe
mit Ausschluß aller Beobachter außerhalb der Batterie zu
anstalten.

Obwohl also die Versuche von 1891, als die der Wirk
am nächsten kommenden, lehrreicher sind als alle vorerwä
so muß man doch einräumen, daß die der Artillerie gestellte
dingungen nicht allzu schwierig waren: die Entfernung war
groß, der Ballon bewegte sich nur in der zur Schußlinie senkr
Ebene, der Kommandeur stand weit seitwärts. Es wäre wünsc
werth, die Bedingungen folgendermaßen zu verschärfen: Entfe
etwa 1600 bis 1700 s., Bewegung des Ballons in der Schus
um mindestens 100 s., Kommandeur in der Batterie und
seitlichen Beobachter.

Es läßt sich annehmen, daß es dann nicht so rasch ge
wird, den Ballon zum Sinken zu bringen, daß er aber a
diesem Falle der Zerstörung nicht entgehen wird.

Der Uebersichtlichkeit wegen lassen wir eine Zusammenst
der verschiedenen Versuchsergebnisse folgen.

Tabelle 10.

Versuchsort	Entfernung m	Kaliber der Geschütze cm	Durchmesser des Ballons m	Zeitdauer Min.	Zahl der Sprengtheile im Ballon	Schußzahl	Ob der Ballon manövrirte?
Dungeneß . .	600	20	?	?	?	2	Nein.
Cummersdorf	4800	?	?	?	10 bis 15	10 bis 20	Unbekannt.
Lidd 1888 . .	3100 bis 3500	11	7,3	?	5	17	Ja.
Ustj-Ishora 1890	2900	8,6	11	?	15	22	Nein.
Kraßnoje Sselo 1891	2500	8,6	11	10	80	11	Ja.

VIII. Schlußfolgerungen.

Die Feldartillerie besitzt folgende Kampfmittel gegen Fesselballons:

1. Bei Entfernungen unter 1700 s. Beschießen mit Schrapnels. Sowohl die theoretischen Betrachtungen als die bisherigen Versuchsergebnisse beweisen, daß es nicht schwer ist, einen Ballon mit Schrapnels zu treffen, und daß er binnen 10 Minuten zum Sinken gebracht werden wird, sobald er sich in der Schrapnelsphäre zeigt.

2. Bei Entfernungen über 1700 s.: a) Beschießung der Windevorrichtung mit Granaten, meist indirekt; wenn es auch schwerlich gelingen wird, die Winde zu zerstören, so wird der Ballon doch dadurch möglicherweise zu noch weiterem Zurückgehen veranlaßt werden; b) Schießen mit Granaten nach dem Ballon, eine sehr wenig wirksame Maßregel, die man nur in Ermangelung jeder anderen Möglichkeit verwenden darf; c) Vorschieben einer Batterie auf Schrapnelentfernung. Möglicherweise wird eine solche Batterie bedeutende Verluste erleiden; dies darf aber die Anwendung dieses Mittels im Bedarfsfalle nicht hindern. Selbst die Aufopferung einer Batterie behufs Vernichtung eines so gefährlichen Feindes wird sich bezahlt machen; denn das Erscheinen eines Ballons in der Luft macht einen beängstigenden Eindruck auf die Truppen; Jeder denkt bei seinem Anblick, daß man auch ihn vom Ballon aus sieht, das jeder seiner Schritte vom Feinde beobachtet wird; dies verursacht Unentschlossenheit und Furcht vor kühnem Handeln. Man muß auch in Betracht ziehen, daß die feindliche Truppe wahr-

ſcheinlich nur einen Ballon beſitzt und deſſen Zerſtörung ihr daher eine Chance für den Sieg entzieht.

Was aber die Thätigkeit des Ballons während ſeiner Beſchießung betrifft, ſo muß man ſagen, daß er nur außerhalb der erwähnten Zone ſeine Schuldigkeit thun kann. Seine Entfernung aus dem Bereich des Schrapnelfeuers iſt das einzige Mittel zu ſeiner Erhaltung; alle andern können ſeine Zerſtörung nur einigermaßen verzögern und dürfen nur in Ausnahmefällen zur Anwendung kommen.

Kleine Mittheilungen.

2.

Bestimmungen über die artilleristische Ausrüstung der Festungen.

Prikas vom 21. August 1892.

(Aus dem russischen Artilleriejournal.)

I. Allgemeines.

1. Zahl und Art der zur Ausrüstung der Festungen gehörigen Geschütze, sowie der Geschosse, der Laffeten, des Pulvers und der Bettungen wird durch die „Normal-Ausrüstungstabellen der Festungen" festgesetzt, der Etat an allem übrigen Festungsartillerie-Material durch die „Materialverzeichnisse".

2. Die Normal-Ausrüstungstabelle einer Landfestung weist die Vertheilung der Geschütze nach Art, Kaliber und Zahl auf die einzelnen Abschnitte und Werke nach, und zwar in folgenden Unterabtheilungen: Ausrüstung der ersten Vertheidigungslinie, Spezialreserven, Hauptreserve, Ausrüstung der Hauptumwallung oder der zweiten Vertheidigungslinie und Vorrathsgeschütze.

In Seefestungen theilt sich die Ausrüstung in die der See- und der Landseite.

3. Der Normal-Ausrüstungstabelle werden folgende Anlagen beigefügt:

a) Ein erläuternder Bericht, aus dem diejenigen Besonderheiten der Festung hervorgehen, welche auf ihre Armirung von Einfluß sind, und in dem die Gründe für die Bestimmung der verschiedenen Geschützarten und Kaliber und für ihre Zahl auseinandergesetzt werden.

b) Die Verzeichnisse der Geschosse, des Pulvers, des Pyroxilins, der Laffeten und Bettungen. Sie werden entsprechend der Ausrüstungstabelle und der von der Festungs-Armirungskommission festgesetzten Gesammtschußzahl entworfen und enthalten die Auf-

zählung der Geschosse, Laffeten, Bettungen und Pulvermengen, sowie auch der Brisanzstoffe für die Sprengladungen nach Geschützart, Kaliber und Zahl für jede Festung.

4. Die Normal-Ausrüstungstabellen werden für jede Festung besonders, entweder durch die örtliche Armirungskommission entworfen — in welchem Falle sie an die Festungs-Armirungskommission zur Durchsicht gelangen —, oder unmittelbar von Letzterer; in beiden Fällen werden sie durch die Haupt-Artillerieverwaltung der Allerhöchsten Bestätigung unterbreitet. Für kleine Befestigungen und einzelne Forts in entfernten Bezirken werden die Normaltabellen durch die Kommandirenden der Bezirke bestätigt. Partielle Aenderungen in den Tabellen und alle Aenderungen in den beigelegten Verzeichnissen werden, nachdem sie der Festungs-Armirungskommission vorgelegen haben, durch den Kriegsminister bestätigt. Die Materialverzeichnisse werden durch das örtliche Artilleriekommando aufgestellt und durch den General-Feldzeugmeister bestätigt.

5. Wenn eine Festung oder Befestigung nicht sofort mit Allem versehen werden kann, was ihr nach der Normaltabelle an Geschützen und Zubehör zusteht, so wird sie nach und nach, nach Maßgabe der Lieferung der hierzu nöthigen Gegenstände, auf den vollen Stand gebracht und verwendet während dieser Zeit Uebergangstabellen. Diese werden nach Bedarf von den örtlichen Armirungskommissionen zusammengestellt und von dem Kommandirenden des Bezirks bestätigt.

6. Außer den vorerwähnten Tabellen und Verzeichnissen müssen in jeder Festung vorhanden sein:

a) Verzeichnisse, aus denen hervorgeht, wieviel von den für ihre Ausrüstung ausgeworfenen Gegenständen wirklich vorhanden ist, und wieviel fehlt.

b) Verzeichnisse der Vertheilung bezw. Lagerung aller artilleristischen Anstalten und Vorräthe in der Festung.

c) Detaillirte Pläne des Festungsvorgeländes im weitesten Schußbereich mit allen Erläuterungen und Angaben, die für konzentrirtes Schießen und Schießen aus einzelnen Batterien, sowohl nach sichtbaren als nach unsichtbaren Zielen, nöthig sind. Für Seefestungen ist außerdem von jeder Küsten- oder Seebatterie auf Plänen oder in Tabellen die Angabe folgender Entfernungen erforderlich:

1. Der Punkte, wo feindliche Schiffe während eines Sturmes Zuflucht finden können;
2. der Durchfahrten, auf denen sich feindliche Schiffe den Festungswerken behufs eines Angriffs nähern können;
3. der Punkte, wo feindliche größere Schiffe zur Bekämpfung der Batterien der Festung vor Anker liegen können;
4. der zu einer Ausschiffung geeigneten Stellen;
5. aller auf den um die Festung liegenden Inseln und Sandbänken befindlichen Batterien, und endlich
6. überhaupt aller Punkte, die bei der Vertheidigung von Bedeutung sein können.

7. Exemplare aller vorerwähnten Tabellen, Verzeichnisse, Listen und Pläne werden in den Festungen und Befestigungen bei den Kommandeuren der Festungsartillerie übereinstimmend mit den ihnen hierüber gegebenen Instruktionen aufbewahrt.

8. Derjenige Theil der Ausrüstung, von dem es für dienlich erachtet wird, ihn stets in vollständiger Bereitschaft zu haben, einerseits zur Sicherung des Platzes gegen einen unerwarteten Ueberfall, andererseits zum rascheren Uebergang in den Kriegszustand, und der die ständige Armirung bildet, heißt die Friedens-Sicherheitsarmirung. Die Tabellen derselben werden von den Kommandirenden der Bezirke bestätigt.

9. Die zur Sicherheitsarmirung gehörigen, sowie alle Kasemattengeschütze stehen stets auf ihren Plätzen in voller Schußbereitschaft. Die übrigen Geschütze nebst Zubehör werden, nach den von der Artilleriebehörde aufgestellten Regeln, theils in den Werken oder in Parks, nahe bei den in Aussicht genommenen Aufstellungspunkten in den Laffeten, ohne Bettungen, theils in Schuppen und anderen Unterkunftsräumen in den zugehörigen Laffeten und Gestellen, ebenfalls möglichst nahe an denjenigen Orten aufbewahrt, wo man ihrer nach Eröffnung der Feindseligkeiten voraussichtlich am meisten bedarf.

10. In den Seefestungen müssen alle aufs Meer gerichteten Geschütze, mit Ausschluß der kleinen Kaliber, stets in den Laffeten und Gestellen, mit eingesetzten Verschlüssen vollständig schußbereit auf ihren Plätzen stehen. Hierbei wird es der Festungsartillerie anheimgestellt, die Stahlplatten und Ringe im Winter in den Geschützen selbst oder besonders in Kasten unterzubringen.

11. Alles, was zur Ausrüstung einer Festung gehört, muß stets in tadellosem Zustand und in voller Zahl erhalten werden, mit alleiniger Ausnahme solcher, einem raschen Verderben ausgesetzten Gegenstände, die im Bedarfsfall an Ort und Stelle beschafft oder ohne Schwierigkeit und Verzögerung nach der Festung gesandt werden können.

Solche Gegenstände brauchen im Frieden entweder gar nicht oder in geringerer als der etatsmäßigen Menge unterhalten zu werden, aber sie müssen in den vom General-Feldzeugmeister zu bestätigenden Verzeichnissen des Festungsartillerie-Materials besonders und unter Angabe der Mittel und der Zeit zu ihrer Beschaffung aufgeführt werden.

12. Die Ausfallbatterien gehören im Frieden wie im Kriege zur Festungsartillerie und sind den Kommandeuren dieser Waffe unterstellt. Diesen sind in Bezug auf sie alle Rechte und Pflichten übertragen, die nach den bestehenden Bestimmungen dem Artillerie-Brigadekommandeur zustehen. Bei jeder Ausfallbatterie des Friedensstandes wird alles Material zur Formirung der aus ihr im Kriegsfall hervorgehenden Batterien aufbewahrt.

II. Die Festungs-Armirungskommission.

13. Die Festungs-Armirungskommission besteht aus einem Vorsitzenden und den aus den Generalen und Stabsoffizieren des Generalstabs, der Artillerie und des Ingenieurkorps, unter Beibehalt ihrer sonstigen dienstlichen Stellung, ernannten Mitgliedern.

14. Vorsitzender und Mitglieder werden vom Kriegsminister ausgewählt und Allerhöchsten Orts bestätigt.

15. Auf Anordnung des Kriegsministers oder des Vorsitzenden der Kommission können Festungskommandanten, die sich zeitweise in der Hauptstadt aufhalten, zur Theilnahme an den Berathungen der Kommission aufgefordert werden, ebenso andere Persönlichkeiten, die besondere Kenntnisse in den vorliegenden Fragen besitzen.

16. Der Kommission liegt ob:

1. Die Aufstellung und Prüfung der Normal-Ausrüstungstabellen der Festungen, Befestigungen und einzelnen Forts; 2. die Beurtheilung der auf die Organisation und den Etat der Belagerungsparks bezüglichen Fragen; 3. die Prüfung der Fragen über Verstärkung der Festungen durch Hülfsmittel aus dem Bereich

des Ingenieurwesens, z. B. durch Minen, künstliche Hindernißmittel, Drahtnetze, Luftballons, Panzerschilde, Erleuchtungs- und Beobachtungsmittel 2c.; 4. die Beurtheilung verschiedener auf die Festungsvertheidigung bezüglicher Fragen und Vorschläge, die der Kommission auf Befehl des Kriegsministers vorgelegt werden.

17. Die Festungs-Armirungskommission ist eine berathende Behörde. Zur Prüfung der in ihren Bereich gehörenden Fragen tritt sie auf Anordnung des Vorsitzenden zusammen.

18. Die Beschlüsse der Kommission werden in Form von Tagebüchern niedergelegt und direkt an den Kriegsminister eingereicht oder der betheiligten Hauptverwaltung zur Vorlage an den Kriegsminister übersandt.

19. Der Kommission steht es zu, im Namen des Kriegsministers von allen Militärbehörden und -Personen die nöthigen Angaben und Nachrichten einzuziehen.

20. Die Geschäftsleitung der Kommission wird von einem ihrer Mitglieder als Bureauchef wahrgenommen; ihm sind zwei Schriftführer beigegeben, einer von der Haupt-Artillerie-, der andere von der Haupt-Ingenieurverwaltung unter Beibehalt ihrer sonstigen Dienststellung. Als Unterpersonal fungiren zwei Schreiber.

21. Die Akten, Listen, Dokumente, Pläne, Karten und alles Material der Kommission wird bei der Haupt-Ingenieurverwaltung aufbewahrt; die erledigten Akten gehen in ihr Archiv über.

22. Der Briefwechsel der Kommission wird, je nach seiner Wichtigkeit, vom Vorsitzenden oder vom Bureauchef geführt. Der Geschäftsordnung liegt eine besondere, vom Vorsitzenden genehmigte Instruktion zu Grunde.

III. Die örtlichen Armirungskommissionen.

23. Die örtliche Armirungskommission steht in jeder Festung unter dem Vorsitz des Kommandeurs der Festungsartillerie. Die Mitglieder werden vom Kommandanten aus der Zahl der in der Festung stehenden Artilleristen, Ingenieure und Generalstabsoffiziere ernannt.

24. Auf Befehl des Kommandanten können andere Mitglieder der Kommandantur, deren Ansichten für Spezialfragen von Nutzen sein könnten, zur Theilnahme an den Berathungen der Kommission aufgefordert werden.

25. Zu den Aufgaben dieſer Kommiſſionen gehört: 1. die Aufſtellung der Vorſchläge zu den Normal-Ausrüſtungstabellen der Feſtung; 2. die Aufſtellung von Uebergangstabellen und die allmälige Abänderung derſelben bei Einſtellung neuer Geſchütze; 3. die Aufſtellung von Vorſchlägen zur beſtändigen oder Friedens-Sicherheitsarmirung; 4. die Prüfung der Fragen über die Vertheilung der Geſchütze auf die Feſtungswerke und anderer ihr vom Kommandanten vorgelegter, auf die Armirung bezüglichen Fragen.

26. Die Journale der Kommiſſion und die von ihr aufgeſtellten Vorſchläge zu den Ausrüſtungstabellen werden dem Kommandanten vorgelegt, der ſie mit ſeiner Entſcheidung höheren Orts zur Beſtätigung einreicht oder in den Grenzen ſeiner Kompetenz ſelbſt beſtätigt.

27. Die Geſchäftsführung der Kommiſſion wird einem Offizier der Feſtungsartillerie, nach Wahl ihres Kommandeurs und unter Beſtätigung durch den Kommandanten, übertragen.

Pr.

Literatur.

13.

Die Panzerbefestigung in ökonomischer Hinsicht. Beleuchtet an dem Beispiel von Lüttich und Namur. Von Reinhold Wagner. Berlin, Verlag von A. Bath. Preis 1,25 M.

Unter allen in letzter Zeit über die zur höchsten Wichtigkeit gelangte „Panzerfrage" in der Literatur erschienenen Schriften dürfte die vorstehende, zuerst im Januar- und Februarheft der „Jahrbücher für Armee und Marine" veröffentlichte eine der bedeutendsten sein.

Sie liefert auf streng wissenschaftlicher Grundlage und in stets fesselnder Weise an dem Beispiel der Befestigungen von Lüttich und Namur — deren lehrreiche Entstehungsgeschichte und die eng damit verknüpfte Thätigkeit des Generals Brialmont die wirksame Einleitung des Aufsatzes bilden — den Nachweis, wie nur durch die Panzerbefestigung die heute klar erkannte Forderung, daß die Forts so widerstandsfähig sein müssen, um unter allen Umständen die Zwischenräume der ersten Vertheidigungslinie dauernd, auch während des förmlichen Angriffs, zu beherrschen, in nationalökonomischer und dabei militärisch zweckmäßiger Art gelöst werden kann.

Oberstlieutenant Wagner beweist folgerichtig, daß trotz bedeutender Panzerkosten an sich keine wesentliche Vertheuerung der Befestigungen entsteht, im Gegentheil die Panzerbefestigung entschieden ökonomischer ist und zwar nicht bloß aus finanziellen Gründen.

Durch Vergleich der Fortslinie der genannten Maasbefestigungen mit einem solchen Gürtel aus dem Ausgang der

70er Jahre zeigt der Verfasser die Möglichkeit einer bedeutende Ersparniß zunächst an Artilleriematerial. Während frühe eine Linie von zusammen 21 großen und kleinen Forts, welche j 32 bezw. 22 Geschütze auf offenem Wall aufstellten, 562 Geschütz erfordert haben würde, bedingt die gleiche Zahl Panzerforts, di je 5 bis 8 schwere und 3 bis 4 leichte Schnellfeuergeschütze gege das Vorgelände verwenden, nur 212 Geschütze (abgesehen in beide Fällen von Mörsern), darunter nur 135 schwere nebst 77 Schnell feuerkanonen. Bei einer frontalen Entwickelung der zwei Forts gürtel des Beispiels von mehr als 90 km sind im Ganzen nu 14 Geschütze mehr nothwendig, als die alten dicht vor den ge nannten Städten gelegenen Citadellen nebst dem Fort Karthaus bei Lüttich erforderten. Es erklärt sich dies aus dem größere Werth der Güte einer Armirung gegenüber einer stärkere Geschützzahl: Dauernde Gewährleistung der Feuerwirkung durch Schutz drehbarer Panzer und Möglichkeit der Verwendung de Geschütze nach allen Seiten gegenüber einer leicht zum Schweige zu bringenden Arbeit von viel zahlreicheren Geschützen auf offenen Wall, die überdies nur nach bestimmten Richtungen schießen können

Aus der Ersparniß an Geschützen (die in dem gewählte Beispiel auf 3½ bis 4 Mill. Francs veranschlagt wird), folg logisch eine solche an Bedienungsmannschaft, indem di 562 Wallgeschütze älterer Forts rund 4400 Mann, die 212 Panzer geschütze dagegen nur 1200 Mann erfordern, beide Male ohne di nothwendige, jedoch als gleichmäßig stark anzunehmende Ablösung berechnet.

Wegen der geringeren Größe der neueren Forts an sich, de bedeutenden Wirksamkeit ihrer Panzer-Schnellfeuerkanonen zu Selbstvertheidigung und der geringeren Ausdehnung der nur für Infanterie bestimmten, von dieser sofort besetzbaren und daher kürzer zu bemessenden Feuerlinie (400 bezw. 300 m gegen 600 bis 700 bezw. 500 bis 550 m früher) ergiebt sich weiter eine geringere Infanteriebesatzung.

So sparen die Panzerforts also an Besatzung überhaupt und die genauere Berechnung zeigt unter Annahme einer bomben sicher untergebrachten Sicherheitsbesatzung von 1 Mann für 1 m Feuerlinie Infanterie und doppelte Artilleriebedienung, daß dies Ersparniß etwa gleich der Hälfte der früheren Stärke ist. Dies dürfte einer der wesentlichsten Vortheile der Panzerbefesti

gung sein, welche so dem Ideal einer guten ständigen Vertheidigungsanlage: den Ortsbesitz mit den geringstmöglichen Kräften zu gewährleisten, um das Feldheer nicht zu sehr zu schwächen, ziemlich nahe kommt.

Es ergeben sich aber auch recht greifbare finanzielle Vortheile. Der geringe Besatzungsbedarf ermöglicht eine jährlich sich wiederholende Ersparniß am Friedensetat der Truppen und somit am Heeresbudget — was gerade heutzutage von höchstem Werth — und ferner eine einmalige Kostenverringerung bei Anlage und erster Einrichtung der Befestigungen.

Was die Truppenersparniß anbetrifft, so berechnet sich dieselbe für das gewählte Beispiel, selbst wenn nur die Artilleriebedienung als geringer, die Infanterie aber als gleich gegen früher angenommen wird, auf jährlich 2 bis 3 Mill. Francs, was also zusammen mit den bereits angeführten Ersparnissen an Geschützmaterial allein 5½ bis 7 Mill. Francs ausmachen würde.

Diese Ausgaben und die wegen geringerer Größe der Forts erheblich niedrigeren für Grunderwerb (gleiche Boden- 2c. Verhältnisse vorausgesetzt) werden also stets gespart, selbst wenn man annimmt, daß die Anlage und Einrichtungskosten vielleicht infolge augenblicklich hoher Eisenpreise und besonders kostspieliger Kuppelkonstruktionen bei gleichzeitig niedrigen Cementpreisen so hoch wären, daß sonst — was nicht wahrscheinlich — ein Kostenausgleich zwischen alter und neuer Befestigungsweise zu erzielen wäre.

Die Ersparnisse an Anlagekapital sind zwar nur im einzelnen Fall durch vergleichende Kostenanschläge nachweisbar, es darf aber behauptet werden, daß diese in der Mehrheit der Fälle recht bedeutend sein werden. Diese Behauptung ist allerdings erst seit Einführung der brisanten Sprengstoffe in der Artillerie möglich. Während früher, trotz der größeren Ausdehnung der Werke, die einfache Konstruktion der Kasematten und Bekleidungsmauern geringere Kosten im Vergleich zu den hohen Preisen der Panzerkuppeln ermöglichte, stehen jetzt die Ausgaben für Letztere in einem viel günstigeren Verhältniß zu den Befestigungselementen aus Mauerwerk. Denn die Preissätze für Letzteres haben sich gegen früher für Kontreskarpen um 60 bis

80 pCt., für Kasematten um 100 pCt. erhöht, für andere Theile, wie Hohltraversen, hat sich dies Verhältniß noch ungünstiger verschoben. Wagner rechnet in dem gewählten Beispiel eine Preissteigerung von 53 pCt. für große und kleine Forts (einschließlich Erdarbeiten) heraus, wobei er den einfachsten Typ der 70er Jahre in Deutschland unter Weglassung von Kontreminen und aller Anlagen für die Verwendung der Artillerie außerhalb der Forts sowie der Grunderwerbskosten zu Grunde legt.

Dem gegenüber stellen sich die Panzerforts so erheblich billiger, daß nach näherer Berechnung die Ersparnisse für ein kleines Fort 450 000, für ein größeres 600 000 Francs, für eine Befestigung von dem Umfange von Namur und Lüttich rund 10 Mill. Francs ausmachen ohne Grunderwerb, der sich im Allgemeinen auf die Hälfte der früher erforderlichen Fläche stellt.

Die Einwände, die wahrscheinlich erhoben werden, daß Ersparnisse auch ohne Anwendung von Panzerkuppeln unter Beibehaltung der Geschützaufstellung auf offenem Wall zu machen sind durch Einschränkung des bombensicheren Raumes und durch Bau kleinerer Forts (also mit geringeren, denen der Panzerforts entsprechenden Geschützzahlen), fertigt der Verfasser in außerordentlich überzeugender Weise durch den Hinweis auf die großen militärischen Nachtheile eines solchen Verfahrens von vornherein ab. Dazu gehören die baldige Kraftlosigkeit einer eng eingepferchten, Luft und Licht in ungenügendem Maße empfangenden Besatzung, die geringere Geschützwirkung in dem Falle, wo nach einzelnen Richtungen ein möglichst starkes Feuer gegeben werden soll, und die große Aussicht, die gegen ein solches schlecht armirtes Fort mit offenen Wallgeschützen der abgekürzte Angriff haben kann, im Gegensatz zu den sich dagegen mit voller Aussicht behauptenden Panzerforts.

Auch erfordern solche Wallforts mit gleicher Geschützzahl natürlich größeren Aufwand in der Befestigung der Zwischenräume als entsprechende Panzerwerke, die nur geringe Unterstützung durch die Zwischenbatterien benöthigen und die keineswegs immer der für kleine Wallforts unerläßlichen Anschlußbatterien bedürfen. Letztere Ersparniß ist aber eine recht bedeutende: denn sei es, daß man den genannten Zwischen- und Anschlußbatterien den bei der Schwäche der Wallforts besonders erforderlichen Schutz durch große materielle Sturmfreiheit geben

oder aber die Letztere sehr unrationell und dem Zwecke der Befestigung widerstreitend durch personelle ersetzen will, — in beiden Fällen ergiebt sich ein bedeutender Mehraufwand gegenüber den Panzeranlagen.

Dies ist im Wesentlichen der Gedankengang der höchst anregenden und deshalb der Kenntniß der Kameraden nicht genug zu empfehlenden Schrift des Verfassers, der, wie bekannt, zu den sachkundigsten Beurtheilern solcher Fragen in Deutschland gehört.

Aus allen seinen Ausführungen ergiebt sich schlagend die jetzige ökonomische Ueberlegenheit der Panzer- gegenüber der bisherigen Befestigung. Ein Staat aber, der wie der unserige seiner Weltstellung nach dauernd eine schwere Kriegsrüstung trotz nur geringen nationalen Reichthums zu tragen genöthigt ist, darf und wird bei der so vortheilhaft veränderten Sachlage nicht zögern, für seine Landesbefestigung ein Baumaterial auszunutzen, dem die Zukunft gehört und für das, Gott Lob, die nöthigen Vorräthe und die ersten Meister in der Bearbeitung desselben im eigenen Vaterlande vorhanden sind.

Stavenhagen.

14.

Die dynamoelektrischen Maschinen. Ein Handbuch für Studirende der Elektrotechnik. Von Silvanus P. Thompson, Direktor und Professor der Physik an der technischen Hochschule der Stadt und Gilden von London. Vierte sehr erweiterte Auflage. Mit Genehmigung des Verfassers übersetzt von C. Grawinkel

Eine deutsche Uebersetzung des Werkes von Prof. Silvanus P. Thompson erschien, nach der dritten englischen Ausgabe bearbeitet, im Jahre 1890. Sie hat allseitigen, lebhaften Beifall gefunden und ist vergriffen.

Nachdem vor Kurzem die vierte, sehr erweiterte englische Ausgabe erschienen ist, hat die Verlagsbuchhandlung sofort die Herstellung einer neuen deutschen Ausgabe vorbereitet und das erste Heft soeben versendet. Durch Berücksichtigung aller neueren Errungenschaften auf dem Gebiete des elektrischen Maschinenwesens

und der Arbeitsübertragung hat das Werk nicht allein eine
liche Bereicherung und Erweiterung erfahren, sondern auc
aktueller Bedeutung gewonnen.

Während die dritte englische Ausgabe 643 Seiten Tex
378 Figuren enthielt, weist die neue englische Ausgabe
800 Seiten Text und nahezu 500 Figuren auf, außerdem
29 große Tafeln — Maschinenzeichnungen mit Maßstab —
gegeben.

Das Werk kann in seiner neuen Ausgabe als das aus
lichste, die jüngsten Fortschritte und Erfolge behandelnde Leh
über Dynamomaschinen bezeichnet worden. Es wird für
Elektrotechniker als Lehrbuch oder Nachschlagewerk ein vorzüg
Hülfsmittel bilden. Dieser, der selbstredend auf das beste
werkszeug sehen muß, wird sich auch nicht an dem Preise
dürfen, der allerdings kein niedriger ist.

Die deutsche Uebersetzung wird in 12 Heften zu Mk.
erscheinen.

Das vorliegende erste Heft enthält: Kapitel I. Einlei
Kapitel II. Geschichtliche Angaben. Kapitel III. Physik
Theorie der Dynamomaschine und einen Theil von Kapitel
Wirkungen und Rückwirkungen im Anker.

Im II. Kapitel wäre unseres Erachtens ein geeigneter
auch für die Bedeutung und die Einführungsgeschichte der elektr
und magnetischen Einheiten gewesen. Nach dem Prospekt
diese Nachrichten auf den Anhang verspart.

15.

Die Militär-Feuerwehr. Ein Instruktionsbehelf für
militärische Feuerwehrwesen. Von Albert Grünzweig
Eichensieg, K. und K. Hauptmann im Genieſtabe. He
gegeben vom K. und K. technischen und administrativen Mi
komitee. Wien 1892. R. v. Waldheim. Preis 1,40 M

Wenn die Redaktion der „Mittheilungen" bei Zustellung
Werkes an ihre Kollegen das Ersuchen stellt, dasselbe „ankün
und besprechen zu wollen", so ist es unseres Dafürhaltens

als gebührende kollegialische Courtoisie, wenn wir uns auf das „ankündigen" beschränken, denn dafür, daß der Inhalt gut und lehrreich ist, bürgt die Firma des Herausgebers.

Wir wollen nur die ersten Worte der Einleitung abschreiben: „Punkt 121 des Dienstreglements für das K. und K. Heer, I. Theil, bestimmt, daß, wo keine Feuerwehren bestehen, die Leitung der Löscharbeiten bei einem Brande in ärarischen Gebäuden von Organen der Geniedirektion zu besorgen ist. Ein Gleiches gilt im Falle des Nichtvorhandenseins einer Berufs- oder freiwilligen Civilfeuerwehr, falls nach § 67 des gedachten Reglements Militärmannschaft zu Löscharbeiten bei Bränden, auch wenn ärarisches Gut nicht bedroht erscheint, in Thätigkeit gesetzt wird. Aber auch wenn eine Civilfeuerwehr besteht, werden unter Umständen militärische Organe die Leitung des Löschgeschäftes übernehmen müssen."

Wenn das Eine oder das Andere schon für Friedensverhältnisse zutrifft, so ist es selbstverständlich, daß in einem belagerten Platze, dessen Kommandant zum obersten Leitenden in allen Stücken geworden ist, auch das Feuerlöschwesen unter ausschließlich militärische Leitung gestellt wird und bezügliche bürgerliche Friedensorganisationen — deren Personal ohnehin durch Einberufungen zur Fahne stark gelichtet sein wird — gänzlich unter militärisches Kommando treten.

Selbstredend ist es wieder der Ingenieur- und Pionieroffizier, dem — sei es in Krieg oder Frieden — von aller Welt zugetraut und zugemuthet wird, eintretendenfalls sofort auch alle Kenntnisse und Eigenschaften eines Branddirektors zu entwickeln.

Ehedem war das nicht schwer, als noch Schillers Beschreibung paßte:

Durch der Hände lange Kette
Um die Wette
Fliegt der Eimer; hoch im Bogen
Spritzen Quellen Wasserwogen!

Handeimer als Wasserzubringer! Und Spritzen ohne Schläuche, die „hoch im Bogen" ihre beste Kraft am Luftwiderstande einbüßen!

Diese primitive Feuertaktik anzuordnen und zu leiten, genügte der einfache gesunde Menschenverstand. Wie haben sich heute dagegen die Hülfsmittel — lebende wie todte, einexerzirte Lösch-

mannſchaft und Löſchapparate, Steiger- und Rettungsgeräthe — entwickelt und geſteigert, wie ſchwierig iſt dadurch aber auch die Leitung geworden!

Dieſen ſehr komplizirten Mechanismus lernt man in dem angezeigten Werke vorzüglich kennen. Wer nur das Inhaltsverzeichniß am Anfange und das alphabetiſche Sachregiſter am Schluſſe der nur 95 Seiten umfaſſenden Arbeit durchgeht, wird ſich von dem erſchöpfenden Inhalte ſofort einen ſehr vortheilhaften Begriff machen und gewiß Luſt empfinden, das Ganze kennen zu lernen. Wir können ihm nur rathen, dieſem Verlangen Folge zu geben.

†

Friedrich Wilhelm Franz Herring,

Generallieutenant z. D.,

gestorben 1. Juni 1893,

war am 27. September 1830 in Glatz geboren, wo sein Vater zur Zeit als Sekondlieutenant der 12. Fuß-Kompagnie der 6. Artillerie-Brigade in Garnison stand.

Der Verstorbene kam am 1. April 1848 als Sekondlieutenant aus dem Kadettenkorps, und zwar zu demselben Truppentheile, dem sein Vater — soweit diesseits bekannt — ununterbrochen angehört hat. Zur Zeit, als der Sohn in der 6. Artillerie-Brigade seinen praktischen Dienst begann, war der Vater Artillerieoffizier vom Platz in Neisse.

Der junge Herring absolvirte von 1849 bis 1851 den damals normalmäßigen Besuch der vereinigten Artillerie- und Ingenieurschule. Im Dezember 1851 wurde er mit Patent vom 16. September 1848 zum Artillerieoffizier ernannt.

Nachdem er von 1856 bis 1859 der allgemeinem Kriegsschule, jetzigen Kriegsakademie, angehört hatte, wurde er im September 1858 als Premierlieutenant in das damalige 7. Artillerie-Regiment versetzt; im Januar 1861 unter Versetzung in die 6. Artillerie-Brigade zum Hauptmann befördert, im April 1865 zum Batteriechef ernannt und im Oktober 1865 zur Artillerie-Prüfungskommission kommandirt, in welcher Stellung er bis 1872 (seit 1867 etatsmäßiges Mitglied dieser Kommission) verblieb. Den Krieg 1870 bis 1871 machte er bei der

Artillerie-Brigade Nr. 10 als Chef der ſchweren Reſerve-Batterie mit, wurde am 4. November 1871 zum Major befördert und im März 1872 zum Inſpizienten des Artilleriematerials ernannt, eine neu geſchaffene Stellung, in der er bis 1887, alſo 15 Jahre, verblieben iſt. Im Auguſt 1877 erhielt er den Rang als Regiments-kommandeur, wurde am 18. Oktober 1877 zum Oberſt-lieutenant, am 13. September 1882 zum Oberſt befördert, am 5. Februar 1887 unter Stellung à la suite des Garde-Train-Bataillons zum Traininſpekteur ernannt, am 15. November 1887 zum Generalmajor, am 24. März 1890 zum Generallieutenant befördert und am 14. Mai 1890 in Genehmigung ſeines Abſchiedsgeſuches zur Dispoſition geſtellt.

Der Redaktion des Archivs hat er ſeit dem Jahre 1890 angehört.

Im Winter 1891/92 verfiel auch er der in Berlin herrſchenden Influenza und in deren Gefolge einer Lungenentzündung, von deren Nachwehen er ſich nicht mehr völlig erholt hat. Er hat im letzten Winter ſchwere Leidensmonate durchmachen müſſen, die ihm die ſorg-ſamſte Pflege der treuen Lebensgefährtin nicht hat er-ſparen, aber doch mildern können.

Er hinterläßt keine Kinder. Nächſt ſeiner Wittwe werden eine — ihrerſeits ſeit längerer Zeit verwittwete — Schweſter und deren Kinder in Liebe ſeiner gedenken.

IX.

Die Hyperbel als ballistische Kurve.

Von

E. Oekinghaus,

Lehrer an der Königlichen Baugewerkschule in Königsberg i. Pr.

Das Problem der ballistischen Kurve oder die Theorie des Schießens gehört mit zu den Gegenständen der theoretischen und praktischen Mechanik, welche sich einer besonderen Aufmerksamkeit seitens der interessirten Kreise erfreuen. Beweis hierfür sind die zahlreichen Versuche zur Lösung dieser Aufgabe, deren Schwierigkeiten bei Weitem größer sind, als man gemeiniglich anzunehmen pflegt.

Eine vollständige Lösung derselben ist bisher noch nicht geliefert worden.

Wenn wir im Nachstehenden versuchen, ebenfalls einen Beitrag zu diesem Problem zu liefern, so sind wir dennoch weit davon entfernt, etwas Besseres an die Stelle der bekannten und innerhalb gewisser Grenzen auch bewährten Methoden setzen zu wollen, vielmehr soll und kann die vorgetragene Theorie eben auch nichts Anderes sein als ein erneuter Versuch, der nur insofern Recht auf Berücksichtigung verdient, als er eine größere Harmonie zwischen Theorie und Beobachtung nachzuweisen im Stande wäre.

Ein Zusammenfallen beider, der Theorie und Erfahrung, wird wohl streng genommen niemals der Fall sein. Der Schwierigkeiten, welche den Kalkül umgeben, sind wegen der zahlreichen, zum Theil unberechenbaren Störungsfunktionen der Bewegung gar zu viele, wozu noch kommt, daß wir nicht einmal das genaue Widerstandsgesetz der Luft kennen. Denn die Annahme, daß dieselbe in der 1. oder 2. oder nten Potenz der Ge-

schwindigkeit wirke, ist im Grunde ziemlich willkürlich und nur der Rechnung und der Ausführbarkeit der Integrationen zu Liebe so angenommen.

Viel wahrscheinlicher ist es, daß der Widerstand der Luft eine bei Weitem komplizirtere Funktion der Geschwindigkeit ist, ganz abgesehen von den Störungskräften, welche von der pendelnden Eigenbewegung des rotirenden Langgeschosses herrühren, und die, wenn sie periodisch auftreten sollten, was wahrscheinlich auch nicht der Fall ist, den Widerstand der Luft auch noch als abhängig von der Zeit erscheinen lassen.

Demnach scheint eine exakte Berechnung unter vollständiger Berücksichtigung aller Verhältnisse ein gänzlich aussichtsloses Unternehmen zu sein, wenn nicht ein anderer Weg gefunden wird, welcher die Schwierigkeiten der Aufgabe umgehen läßt.

Demzufolge werden wir nicht ein bestimmtes Widerstandsgesetz formuliren, um dann auf analytischem Wege zu einem immer noch zweifelhaften Ziel zu gelangen, sondern werden vielmehr geometrisch vorgehen, indem wir eine Kurve zu Grunde legen, welche die Aussicht hat, der in Wirklichkeit beschriebenen möglichst nahe zu kommen.

Vielleicht ist der eine Weg ebenso berechtigt wie der andere.

Die Wahrnehmung nun, daß die früheren Theorien und auch die Beobachtung nachweisen, daß der absteigende Ast der ballistischen Kurve eine vertikale Asymptote hat, brachte uns auf den Gedanken, versuchsweise diejenige Kurve, welche Asymptoten hat, der Rechnung zu Grunde zu legen, also vor Allem die Hyperbel, und dann nachzusehen, bis zu welchem Grade genau die Bewegung in dieser Kurve sich mit der wirklichen deckt.

Wir glauben nachweisen zu können, daß in der That die hyperbolische Bewegung mit der ballistischen des Wurfgeschosses fast vollständig übereinstimmt, und daß es sich schon deshalb der Mühe lohnen dürfte, sich die nachfolgenden Entwickelungen etwas genauer anzusehen. Es mag scheinen, daß infolge der Einführung der Parameter der Hyperbel in die Bewegungsgleichungen die Formeln und die Schwierigkeiten, deren schon ohnehin genug vorhanden sind, sich häufen müßten; allein es wird sich zeigen, daß dies nicht der Fall ist, daß vielmehr viele der Gleichungen eine überaus einfache Gestalt annehmen. Die abgeleiteten Kriterien der Bewegung, welche wir aus den Formeln zum Zweck der

Feststellung der Uebereinstimmung oder Nichtübereinstimmung zwischen Theorie und Praxis entwickeln, ergeben eine in den meisten Fällen überaus günstige Harmonie zwischen beiden, und da dies in letzter Linie entscheidet, so dürfte die Hyperbel diejenige bevorzugte Kurve sein, in welcher die Bewegung mit hoher Annäherung vor sich geht.

Auf andere Störungsfunktionen als die der Luft haben wir keine Rücksicht genommen; abgesehen von der Seitenabweichung der Geschosse, worauf wir später einmal zurückkommen werden, dürften dieselben nur in minimaler Weise wirken, was die Theorie wesentlich vereinfacht. Die Fragen und Aufgaben, welche bei der Wurfbewegung gestellt werden, haben wir in möglichster Allgemeinheit beantwortet und auch an vielen Beispielen illustrirt und mit den Beobachtungen verglichen. Den Schluß bilden die Gleichungen für die vertikale Bewegung und den freien Fall bezw. diejenigen, welche nur das widerstehende Mittel zur Voraussetzung haben.

I. Die Differentialgleichungen der Bewegung.

Die Bewegung betrachten wir als eine relativ freie, welche also der Voraussetzung gemäß in einer Hyperbel vor sich geht, und haben demnach nach der Widerstandsbeschleunigung U der Luft zu fragen, durch welche der Punkt gezwungen wird, diese Kurve zu beschreiben.

Wir zerlegen diese in der Richtung der Tangente entgegengesetzt wirkende Kraft in die Komponenten

$$U\frac{dx}{ds},\quad U\frac{dy}{ds},$$

bezeichnen mit g die Beschleunigung der Schwere und haben demzufolge als Differentialgleichungen der Bewegung

$$1)\qquad \frac{d^2x}{dt^2} = -U\frac{dx}{ds},\quad \frac{d^2y}{dt^2} = -g - U\frac{dy}{ds}.$$

Wir führen hierin ein:

$$v = \frac{ds}{dt},\quad U = v \cdot P$$

und erhalten

$$2)\qquad x'' = -Px',\quad y'' = -g - Py'.$$

Vermöge der Relation

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dy}{dx} \cdot \frac{dx}{dt},$$

3) d. i.

$$y' = \frac{dy}{dx} \cdot x'$$

erhalten wir durch Differentiation dieses Ausdrucks

$$4) \qquad y'' = \frac{dy}{dx} \cdot x'' + \frac{d^2y}{dx^2} x'^2.$$

Die vorstehenden Werthe setzen wir in 2 ein und erhalten

$$-g - Py' = -\frac{Pdy}{dx} x' + \frac{d^2y}{dx^2} x'^2,$$

also vermöge 3)

$$5) \qquad \frac{d^2y}{dx^2} \cdot x'^2 + g = 0.$$

Diese Gleichung differentiiren wir, und es resultirt

$$\frac{2d^2y}{dx^2} x' x'' + \frac{d^3y}{dx^3} x'^3 = 0,$$

und nach Einführung von $x'' = -Px'$ nach einer Reduktion

$$P = \tfrac{1}{2} \frac{\frac{d^3y}{dx^3}}{\frac{d^2y}{dx^2}} x',$$

oder gemäß 5)

$$P = \tfrac{1}{2} \frac{\frac{d^3y}{dx^3}}{\frac{d^2y}{dx^2}} \sqrt{\frac{-g}{\frac{d^2y}{dx^2}}}.$$

Die Widerstandsbeschleunigung der Luft ergiebt sich nunmehr aus

$$6) \qquad U = \tfrac{1}{2} \frac{\frac{d^3y}{dx^3}}{\frac{d^2y}{dx^2}} \sqrt{\frac{-g}{\frac{d^2y}{dx^2}}} \cdot v.$$

Die Geschwindigkeit v ist an folgende Formel geknüpft:

$$v^2 = \left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2,$$

oder wegen $y' = \frac{dy}{dx} x'$

$$7) \qquad v^2 = -\frac{g}{\frac{d^2y}{dx^2}} \left[1 + \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right]$$

Die Zeit ergiebt sich aus 5) nämlich

$$8) \qquad t = \int \frac{dx}{\sqrt{\frac{-g}{\frac{d^2y}{dx^2}}}}.$$

Die Differentialgleichungen 6), 7) und 8), welche U, v und t berechnen lassen, genügen für die folgenden Entwickelungen und verlangen nur noch die Substitution der Differentialquotienten der vorausgesetzten Bahnkurve in die betreffenden Ausdrücke für die Widerstandsbeschleunigung, Geschwindigkeit und Zeit.

II. Die Gleichungen der Hyperbel.

Die auf die Hauptachsen bezogene Gleichung der Hyperbel ist

$$9) \qquad \frac{X^2}{a^2} - \frac{Y^2}{b^2} = 1.$$

Die eine ihrer Asymptoten stehe auf der horizontalen oder der x-Achse senkrecht, während die andere gegen Letztere unter einem Winkel $90° - 2\varepsilon$ geneigt sei, unter 2ε den Asymptotenwinkel verstanden, wofür die Relation

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{b}{a}$$

besteht.

Ferner bezeichnen wir mit m, n die Koordinaten des Anfangspunktes der Bewegung, wonach also m mit n durch

$$\frac{m^2}{a^2} - \frac{n^2}{b^2} = 1$$

verknüpft ist.

Vermöge der Transformationen der Koordinaten haben wir

$$X = m - x \sin \varepsilon - y \cos \varepsilon, \quad Y = n - x \cos \varepsilon + y \sin \varepsilon.$$

Diese Ausdrücke, in 9 eingesetzt, geben die Kegelschnittsgleichung

$$10) \quad \begin{aligned} &-(a^2\cos\varepsilon^2 - b^2\sin\varepsilon^2)\,x^2 + 2(a^2+b^2)\sin\varepsilon\cos\varepsilon\,xy \\ &+2(a^2n\cos\varepsilon - b^2m\sin\varepsilon)\,x - 2(a^2n\sin\varepsilon + b^2m\cos\varepsilon)\,y = 0. \end{aligned}$$

Wir setzen der Abkürzung wegen

$$A = a^2\cos\varepsilon^2 - b^2\sin\varepsilon, \qquad C = 2(a^2+b^2)\sin\varepsilon\cos\varepsilon,$$
$$D = 2(a^2n\cos\varepsilon - b^2m\sin\varepsilon), \quad E = 2(a^2n\sin\varepsilon + b^2m\cos\varepsilon),$$
$$AE - CD = F = 2(a^2+b^2)(mb^2\cos\varepsilon - na^2\sin\varepsilon),$$

und erhalten nunmehr aus der vereinfachten Gleichung 10

$$-Ax^2 + Cxy + Dx - Ey = 0$$

als einfachsten Ausdruck für die Ordinate

$$11) \qquad y = \frac{D - Ax}{E - Cx}\,x.$$

Nun können wir die erforderlichen Differentialquotienten berechnen:

$$12) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{ACx^2 - 2AEx + DE}{(E-Cx)^2}, \quad \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{-2EF}{(E-Cx)^3},$$
$$\frac{d^3y}{dx^3} = \frac{-6CEF}{(E-Cx)^4}.$$

Diese Relationen genügen zur oben erwähnten Substitution in die Differentialgleichungen der Bewegung.

Man kann sie indessen noch etwas vereinfachen, wenn man die entsprechenden Abszissen von der vertikalen Asymptote an rechnet.

Aus 11 geht für den Grenzfall $E - Cx = 0$ als Entfernung der Asymptote vom Anfangspunkt der Bewegung die Formel

$$x_a = \frac{E}{C}$$

hervor. Hiernach ist

$$x + x_1 = \frac{E}{C},$$
$$13) \quad \text{also} \quad E - Cx = Cx_1.$$

Hierdurch gewinnt man einfachere Ausdrücke für die obigen Gleichungen, und man hat

$$14) \quad \frac{dy}{dx} = \operatorname{tg}\tau = \frac{A}{C} - \frac{EF}{C(E-Cx)^2} = \frac{A}{C} - \frac{EF}{C^3x_1^2}.$$

Im Scheitelpunkt der Bahn ist also

$$15) \qquad x_s^2 = \frac{EF}{AC^2}, \text{ also } x_s = \frac{E}{C} - \sqrt{\frac{EF}{AC^2}}.$$

Die Wurfweite folgt aus 11 für $y = 0$, nämlich

$$16) \qquad W = \frac{D}{A},$$

und die Entfernung des betreffenden 2. Schnittpunktes der Bahn von der vertikalen Asymptote ist

$$\frac{F}{AC}.$$

Endlich ist noch der Elevationswinkel α (Erhöhung) im Beginn der Bewegung gegeben durch

$$17) \qquad \operatorname{tg} \alpha = \frac{D}{E}$$

und der Fallwinkel β in der Wurfweite durch

$$18) \qquad \operatorname{tg} \beta = \frac{AD}{F}.$$

III. Die Geschwindigkeit.

Um diese zu ermitteln, haben wir die Formeln in 12 zu benutzen und in 7 einzusetzen. Nach einigen Transformationen folgt

$$19) \qquad v^2 = \tfrac{1}{2} g \frac{(E - Cx)^4 + (ACx^2 - 2AEx + DE)^2}{EF\,(E - Cx)}$$

oder

$$20) \qquad v^2 = \tfrac{1}{2} g \frac{C^4 (A^2 + C^2)\, x_1^4 - 2\, AC^2 EF x_1^2 + E^2 F^2}{C^3 E F x_1}.$$

Die Anfangsgeschwindigkeit ist also

$$21) \qquad v_0 = \sqrt{\tfrac{1}{2} g \frac{D^2 + E^2}{F}}$$

und die Endgeschwindigkeit in der horizontalen Wurfweite

$$22) \qquad v_e = \sqrt{\tfrac{1}{2} g \frac{A^2 D^2 + F^2}{A^3 E}}.$$

Um die Größe und den Ort des Minimums der Geschwindigkeit zu finden, haben wir 16 nach x_1 zu differentiren und das Resultat = Null zu setzen. Man findet

$$23) \qquad x_1^2{}_{min} = \frac{EF}{C^2\,(\sqrt{4A^2 + 3C^2} - A)}$$

$$24) \qquad v^2{}_{min} = 2g\sqrt{EF}\,\frac{2A^2 + C^2 - A\sqrt{4A^2 + 3C^2}}{C^2\,(\sqrt{4A^2 + 3C^2} - A)^{\frac{1}{2}}}.$$

Im Scheitelpunkt der Bahn ist die Geschwindigkeit gegeben durch

$$25) \qquad v_s^2 = \tfrac{1}{2}\,g\sqrt{\frac{EF}{A^3}}.$$

Man kann schon hier entscheiden, in welchem Ast der Bahn das Minimum der Geschwindigkeit vorkommt.

Indem wir 15 mit 23 in ein Verhältniß bringen, erhalten wir

$$\frac{x_{1s}^2}{x_{1\,min}} = \sqrt{4 + \frac{3C^2}{A^2}} - 1.$$

Der Ausdruck zur Rechten ist stets größer als die Einheit, also ist auch $x_{1s} > x_{1\,min}$, woraus sich ergiebt, daß das Minimum der Geschwindigkeit sich im absteigenden Aste der Kurve befindet.

Im weiteren Verlaufe der Bewegung nimmt die Geschwindigkeit unendlich zu.

IV. Die Widerstandsbeschleunigung der Luft.

Die Widerstandsbeschleunigung ergiebt sich aus 6, nachdem darin die in 12 entwickelten Differentialquotienten eingesetzt sind.

Nach mehreren Vereinfachungen erhält man

$$26) \qquad \begin{aligned} U &= \tfrac{3}{2}\,C\sqrt{\frac{g\,(E - Cx)}{2EF}}\cdot v, \text{ oder} \\ U &= \tfrac{3}{2}\,C\sqrt{\frac{g\,Cx_1}{2EF}}\cdot v. \end{aligned}$$

Sie ist also außer von der ersten Potenz der Geschwindigkeit noch abhängig von dem jeweiligen Ort des bewegten Punktes, und zwar ist sie proportional

[illegible] des Punktes [illegible]

[illegible]

$$= [illegible] \sqrt{[illegible] - [illegible] - [illegible] - AE - DE}$$

$$[illegible] = [illegible] \sqrt{\frac{[illegible] - [illegible] - EF}{E}}$$

[illegible] Widerstands [illegible]

$$[illegible] = [illegible] \sqrt{[illegible] - F}$$

[illegible]

$$[illegible] = [illegible] \sqrt{[illegible] - F}$$

[illegible]

$$[illegible] = [illegible] \sqrt{\frac{[illegible]}{[illegible] - [illegible]}}$$

[illegible]

$$x_{min} = \sqrt{\frac{AEF}{C^2 A^2 - C^2}}.$$

[illegible]

31 $$U_s = [illegible] \frac{C}{A}.$$

[illegible] zu entscheiden, in welchem Ast der Kurve das Minimum [illegible]standsbeschleunigung eintritt, vergleichen wir 30 mit 31, [illegible] das Verhältniß

$$\frac{U_{min}}{U_s} = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{C^2}{t^2}}}$$

[illegible] und

$$\frac{x_{,s}^2}{x_{,min}^2} = 1 + \frac{C^2}{A^2},$$

ferner

$$\frac{U_{min}}{U_s} = \frac{x_{,min}}{x_{,s}}$$

Minimum des Widerstandes liegt also wie das [illegible]windigkeit im absteigenden Aste der Kurve.

Die Geschwindigkeit im Minimum des Widerstandes ist

$$33) \qquad v_\omega^2 = \tfrac{1}{2} g \sqrt{\frac{EF}{A\,(A^2 + C^2)}}$$

und im Scheitelpunkt

$$v_s^2 = \tfrac{1}{2} g \sqrt{\frac{EF}{A^3}},$$

woraus

$$34) \qquad \frac{v_s^2}{v_\omega^2} = \sqrt{1 + \frac{C^2}{A^2}}$$

folgt. Die Geschwindigkeit im Scheitelpunkt ist also größer als diejenige im Minimum der Widerstandsbeschleunigung.

Man bemerke noch die Relation

$$\frac{U_{min}}{U_s} = \frac{v_\omega^2}{v_s^2},$$

wonach sich die Widerstände im Minimum und im Scheitelpunkt wie die bezüglichen Quadrate der Geschwindigkeit verhalten.

Im unendlichen Verlauf der asymptotischen Bewegung nähert sich die Widerstandsbeschleunigung dem Grenzwerth

$$U_g = \tfrac{3}{4} g.$$

Diese Verhältnisse basiren auf der Annahme, daß die Bewegung in einer Hyperbel vor sich geht, und aus der daraus folgenden Konsequenz, daß die Widerstandsbeschleunigung nicht lediglich eine Funktion der Geschwindigkeit in 1. Potenz, sondern auch des jeweiligen Ortes oder der Lage des bewegten Punktes ist.

Denn je nach den verschiedenen Richtungen der Geschoßachse mit der Tangente der Wurfbewegung, hervorgerufen durch die mehr oder weniger periodisch verlaufende pendelnde Bewegung des Projektils um eine mittlere Gleichgewichtsachse wird der Widerstand der Luft auch bei gleichen Geschwindigkeiten des Schwerpunkts verschieden sein, und schon allein aus diesem Grunde wird derselbe nicht lediglich eine Funktion der Geschwindigkeit sein können, ganz abgesehen davon, daß wir gar nicht wissen, in welcher Potenz der Luftwiderstand wirkt. Jene Schwankungen der Geschoßachse, sofern sie regelmäßig verlaufen, sind also auch eine Funktion der Zeit und damit des Ortes, d. i. der augenblicklichen

Lage, und dieselben haben also unter besonderen Umständen einen wesentlichen Einfluß auf die Größe des Luftwiderstandes. In wie weit Letzterer durch unsere Formel wiedergegeben wird, werden wir später sehen.

Wir haben U durch eine Funktion von x ausgedrückt, und da v ebenfalls eine Funktion von x ist, so empfiehlt es sich, nachzusehen, ob etwa U auch durch eine Funktion von v ausgedrückt werden kann.

Die Gleichung 20 schreiben wir

$$C^4 (A^2 + C^2)\, x_1^4 - 2AC^2 EF x_1^2 - 2\frac{C^3 EF}{g} v^2 x_1 + E^2F^2 = 0,$$

setzen hierin statt x_1 den aus

$$U^2 = \tfrac{8}{3} g \frac{C^3}{EF} v^2 \cdot x_1$$

folgenden Werth ein und erhalten nach gehöriger Reduktion und entsprechender Anordnung nach Potenzen von U die reduzirte Gleichung 4. Grades

$$35) \quad \frac{E^2F^2}{16} \frac{(A^2 + C^2)}{g^4 C^8} \left(\tfrac{1}{3}\frac{U}{v}\right)^8 - \frac{AEF}{2g^2C^4} \left(\tfrac{1}{3}\frac{U}{v}\right)^4 - \frac{v^2}{g^2} \left(\tfrac{1}{3}\frac{U}{v}\right)^2 + 1 = 0.$$

Die Konstanten sind von den Parametern der Bahn abhängig.

Werden in diese Gleichung die früher aufgestellten und unabhängig voneinander bestehenden Werthe von U und v eingesetzt, so erhält man eine identische Gleichung.

Die Auflösung der vorstehenden biquadratischen Gleichung ist mit Schwierigkeiten verknüpft; man würde U als einen sehr zusammengesetzten Ausdruck von v erhalten, der unübersichtlich ist, während die Bestimmung von v als Funktion von U leicht ist. Man findet nämlich

$$36) \quad v = U \sqrt{\frac{64\, EF\, (A^2 + C^2)}{81\, AC^4 g^2 \left(1 \pm \sqrt{1 + \left(1 + \frac{C^2}{A^2}\right)\left[\left(\frac{1}{3}\frac{U}{g}\right)^2 - 1\right]}\right)}},$$

und zwar gilt das obere Zeichen für die Bahnstrecke bis zum Minimum des Widerstandes, das untere für den nachfolgenden Theil des Kurvenastes. Die Natur der Kurve bringt diese Unterschiede mit sich, und es wird später entschieden werden, inwieweit dies mit der Natur der wirklichen Bewegung harmonirt.

Unter gewissen Bedingungen läßt sich für U ein angenäherter Werth herstellen, nämlich dann, wenn C und U bezw. vielmal größer sind als A und g.

Nun ist aber

$$\frac{C}{A} = \frac{2\,(a^2+b^2)\,\sin\varepsilon\,\cos\varepsilon}{a^2\cos\varepsilon^2 - b^2\sin\varepsilon^2},$$

$$= \frac{2ab\,(a^2+b^2)}{a^4-b^4}$$

$$= \frac{2ab}{a^2-b^2} \text{ also} > 1.$$

Wählen wir in 36 das obere Zeichen und vereinfachen den Ausdruck in der Klammer zu

$$\sqrt{1+\frac{C^2}{A^2}}\,\frac{U}{g},$$

so resultirt als Näherungswerth

$$37) \qquad U = \sqrt[3]{\frac{27\,C^4 g}{16\,EF\sqrt{A^2+C^2}}}\cdot v^{\frac{4}{3}},$$

oder die Widerstandsbeschleunigung der Luft ist näherungsweise der $1\frac{1}{3}$-Potenz der Geschwindigkeit proportional.

Es ist noch zu untersuchen, in welchen Fällen diese Annahme zulässig ist. Wir bilden

$$38) \qquad \frac{U_o}{U_e} = \frac{A^2E}{F}\sqrt{\frac{D^2+E^2}{A^2D^2+F^2}},$$

$$\frac{v_o^2}{v_e^2} = \frac{A^2E}{F}\,\frac{D^2+E^2}{A^2D^2+T^2}$$

und bestimmen das Verhältniß des Fehlers zum genauen Werthe

$$39) \quad \frac{\frac{U_o}{U_e} - \left(\frac{v_o}{v_e}\right)^{\frac{4}{3}}}{\frac{U_o}{U_e}}; \text{ wir finden es gleich } 1 - \left(\frac{F^2}{E^2}\cdot\frac{D^2+E^2}{A^2D^2+F^2}\right)^{\frac{1}{3}},$$

worauf wir später zurückkommen werden.

V. Die Zeitbestimmung.

Um die Zeit zu ermitteln, welche das Projektil zur Zurücklegung einer bestimmten Strecke bedarf, greifen wir auf die Integralgleichung 8 zurück und setzen in

$$t = \int \frac{dx}{\sqrt{\frac{-g}{\frac{d^2y}{dx^2}}}}$$

den aus 12 folgenden Werth von $\frac{d^2y}{dx^2}$ ein. Man erhält

$$t = \sqrt{\frac{2EF}{g}} \int \frac{dx}{(E - Cx)^{\frac{1}{2}}}$$

und integrirt unter Berücksichtigung der Konstanten

$$40) \qquad t = \frac{2}{C} \sqrt{\frac{2EF}{g}} \left(\frac{1}{\sqrt{E - Cx}} - \frac{1}{\sqrt{E}} \right).$$

Die Zeitdauer der Bewegung ist also unendlich.

Für die Wurfweite $x = W = \frac{D}{A}$ ist die Schußzeit

$$41) \qquad T = \frac{2}{C} \sqrt{\frac{2}{g}} \left(\sqrt{AE} - \sqrt{F} \right).$$

Die Zeit vom Beginn der Bewegung bis zum Scheitelpunkt ist

$$42) \qquad t_s = \frac{2}{C} \sqrt{\frac{2F}{g}} \left(\sqrt[4]{\frac{AE}{F}} - 1 \right),$$

und ebenso leicht erhält man die Formel für die Zeit des Minimums der Geschwindigkeit

$$43) \qquad t_{min} = \frac{2}{C} \sqrt{\frac{2F}{g}} \left(\sqrt[4]{\frac{E}{F} (\sqrt{4A^2 + 3C^2} - A)} - 1 \right).$$

Der Ort des Minimums findet sich aus

$$44) \qquad x_{im}^2 = \frac{EF}{C^2 (\sqrt{4A^2 + 3C^2} - A)}.$$

Dort ist also die Geschwindigkeit am kleinsten.

VI. Spezielles Beiſpiel.

Bevor wir die allgemeinen Formeln der balliſtiſchen Kurve entwickeln, wollen wir die bisher erhaltenen Gleichungen durch ein vorläufiges Beiſpiel illuſtriren.

Bei den Anwendungen der Formeln iſt indeß zu beachten, daß A und C vom zweiten, dagegen D und E vom dritten Grade ſind. Die Halbachſen a und b, ebenſo die Koordinaten m und n nehmen wir als in Kilometern gegeben an und ſetzen

$$a = \tfrac{8}{3}\sqrt{2}, \quad b = 2\sqrt{2}, \quad m = 6,$$

mithin

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{b}{a} = \tfrac{3}{4},$$

$$n = \tfrac{7}{8},$$

oder

$$a = 3{,}771 \text{ km}, \quad b = 2{,}828 \text{ km}, \quad m = 6 \text{ km}, \quad n = 3{,}5 \text{ km}.$$

Dann erhalten wir nach II

$$A = {}^{56}/_{9}, \quad C = {}^{64}/_{3}, \quad D = {}^{992}/_{45}, \quad E = \tfrac{16}{15} \cdot 128, \quad F = \tfrac{24}{27} \cdot 160.$$

Hiernach iſt gemäß 21 und 22

die Anfangsgeſchwindigkeit rund

$$v_0 = 500 \text{ m},$$

die Endgeſchwindigkeit

$$v_e = 157.$$

Die Widerſtandsbeſchleunigungen ſind gemäß 28 und 29

$$U_0 = 57{,}9 \text{ m},$$

$$U_e = 12 \text{ m}.$$

Die Wurfweite iſt ferner

$$W = 3543 \text{ m},$$

die Flugzeit

$$T = 12{,}7 \text{ Sekunden},$$

die Zeit zum Scheitelpunkt

$$t_s = 5{,}7 \text{ Sekunden},$$

die Zeit vom Scheitelpunkt zur Wurfweite

$$t_\omega = 7 \text{ Sekunden},$$

die Abſziſſe des Scheitelpunktes

$$x_s = 2200 \text{ m},$$

die Ordinate desselben oder die Steighöhe

$$y_s = H = 200 \text{ m},$$

der Elevationswinkel

$$\alpha = 9° 10',$$

der Fallwinkel

$$\beta = 17°.$$

Um zu sehen, in welchem Grade genau die für das Widerstandsgesetz $U = fn^{\frac{1}{2}}$ annähernd richtig ist, bestimmen wir noch den relativen Fehler

$$1 - \left(\frac{F^2}{E^2}\,\frac{D^2 + E^2}{A^2D^2 + F^2}\right)^{\frac{1}{6}}$$

und finden ihn

$$\frac{1}{64} \text{ also etwa } 1\tfrac{1}{2} \text{ pCt.}$$

Dasselbe Resultat folgt aus der Relation

$$\frac{57{,}9}{12} = \left(\frac{500}{157}\right)^{\frac{4}{3}}.$$

VII. Kriterien der Bewegung.

In dem vorhergegangenen Beispiel haben wir über die Konstanten der Hyperbel willkürlich verfügt, weshalb auch die vorausgesetzte Bewegung zwar eine mögliche, aber doch nur eine spezielle ist. Die ganze Art der Berechnung würde sich überhaupt nicht empfehlen, wenn nicht ein Kriterium sich entwickeln ließe, durch welches entweder eine Bestätigung oder Widerlegung der auf der Theorie aufgebauten Gleichungen und Resultate mit denjenigen der Beobachtungsthatsachen nachgewiesen werden kann.

Wir wollen dieses Kriterium im Folgenden bestimmen.

Wir benutzen hierzu die Relationen

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{D}{E},\ W = \frac{D}{A}$$

und außerdem den aus der Formel für v_0 ableitbaren Ausdruck

$$\frac{C}{E} = \frac{1}{W} - \frac{g}{v_0^2 \sin 2\alpha},$$

endlich noch

$$\frac{F}{E^2} = \frac{g}{2v_0^2 \cos \alpha^2},\ \frac{C}{A} = \cot \alpha - \cot \beta.$$

Nach Einsetzen dieser Werthe in die Formel 41 für T erhalten wir nach einigen Reduktionen die wichtige Relation

$$45) \qquad T = 2\sqrt{\frac{2W \operatorname{tg} \alpha}{g}} \cdot \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{gW}{v_0^2 \sin 2\alpha}}},$$

welchen Ausdruck man auch so schreiben kann

$$46) \qquad T = \frac{4/g}{\sqrt{\frac{2}{gW \operatorname{tg} \alpha}} + \frac{1}{v_0 \sin \alpha}}$$

oder wenn man will

$$47) \qquad T = 2\sqrt{\frac{2W \operatorname{tg} \alpha}{g}} \cdot \frac{v_0}{v_0 + \sqrt{\frac{gW}{\sin 2\alpha}}}.$$

Diese Relation enthält vier Bestimmungsstücke der Bahnkurve, nämlich: die Flugzeit, die Wurfweite, den Elevationswinkel und die Anfangsgeschwindigkeit. Diese Größen sind aber alle durch Beobachtungen sehr genau zu bestimmen, und man sieht, daß diese Formel das Kriterium dafür ist, ob die Theorie mit den Erfahrungsthatsachen sich deckt oder nicht.

Wir haben uns also zunächst nach den Letzteren umzusehen.

Im „Archiv für die Artillerie- und Ingenieur-Offiziere des deutschen Reichsheeres", und zwar im 49. Jahrgang, 92. Band S. 529 befindet sich ein Referat über eine Abhandlung des italienischen Artilleriemajors Siacci: „Zur Aufstellung der Schußtafeln für Wurffeuer", übersetzt und besprochen vom Hauptmann v. Scheve, auf welche wir uns jetzt beziehen werden.

„Mit 28 cm Granaten bei der Anfangsgeschwindigkeit $v = 288{,}35$ m wurden unter 45° und 60° die Schußweiten $W = 7068$ und 6036 m erhalten. Der Versuch hat ergeben

Flugzeit = 39,4 und 48,5 Sekunden.

Diese Zahlenwerthe werden wir benutzen und werden die Beschleunigung der Schwere $g = 9{,}81$ m annehmen.

Demnach ist für den ersten Fall

$$T_1 = 2\sqrt{\frac{2 \cdot 7068}{9{,}81}} \cdot \frac{288{,}35}{288{,}35 + \sqrt{9{,}81 \cdot 7068}},$$

die Ausrechnung ergiebt

$$T = 39{,}6 \text{ Sekunden.}$$

Und für den zweiten Fall

$$T_2 = 2\sqrt{\frac{2 \cdot 6036 \cdot 1{,}732}{9{,}81}} \quad \frac{288{,}35}{288{,}35 + \sqrt{\frac{9{,}81 \cdot 6036}{0{,}866}}},$$

$$T_2 = 48{,}4 \text{ Sekunden.}$$

Vergleichen wir die Rechnungsresultate mit den Beobachtungen, so findet sich eine so ausgezeichnete Uebereinstimmung zwischen beiden, wie sie nur zu wünschen ist, und wie wir es keineswegs erwartet hatten. Da die beiden Elevationswinkel sehr voneinander verschieden sind, so kann von einem Spiel des Zufalls keine Rede sein, und man wird anerkennen können, daß die Harmonie zwischen Theorie und Praxis sehr zu Gunsten der angenommenen hyperbolischen Bewegung spricht.

Wir werden aber noch weiter an einer zahlreichen Menge anderer Beobachtungsdaten jene Uebereinstimmung nachweisen und damit den Beweis liefern, daß die hyperbolische Bewegung der Geschosse einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Vorher werden wir aber noch einige weitere Kriterien entwickeln:

Für die Geschwindigkeit in der Wurfweite erhalten wir auf Grund der Formel 22

$$48) \qquad v_0^2 = \tfrac{1}{2} gW \operatorname{tg} \alpha \left(\left(\frac{gW}{2 v_0^2 \sin \alpha^2}\right)^2 + 1\right)$$

und für den Fallwinkel

$$49) \qquad \operatorname{tg} \beta = \frac{2 v_0^2 \sin \alpha^2}{gW}.$$

Die Abszisse des Scheitelpunktes ist

$$50) \qquad x_s \text{ oder } X = \frac{W}{1 + \sqrt{\frac{gW}{v_0^2 \sin 2\alpha}}}$$

und die Scheitelhöhe

$$51) \qquad Y = \frac{W \operatorname{tg} \alpha}{\left(1 + \sqrt{\frac{gW}{v_0^2 \sin 2\alpha}}\right)^2}.$$

Die Geschwindigkeit im Scheitelpunkt ist

$$52) \qquad v_s^2 = \tfrac{1}{2} \frac{gW}{v_0 \sin \alpha} \sqrt{\frac{gW}{2 \operatorname{tg} \alpha}}.$$

Demnach ist auch, wenn W durch $\operatorname{tg} \beta$ der Formel 49 ersetzt wird

$$53) \qquad \frac{v_s^2}{v_0^2} = \frac{\sin \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \sqrt{\frac{\sin \beta \cos \beta}{\operatorname{tg} \alpha}},$$
$$\frac{v_s^2}{v_e^2} = \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \sqrt{\frac{\sin \alpha \cos \alpha}{\operatorname{tg} \beta}},$$

und das Produkt beider Gleichungen liefert die merkwürdige Relation

$$54) \qquad v_s^2 = v_0 v_e \cos \alpha \cos \beta$$

$v_0 \cos \alpha$ ist aber die Horizontalprojektion der Anfangsgeschwindigkeit und $v_e \cos \beta$ die der Endgeschwindigkeit.

Demnach ist die Scheitelgeschwindigkeit das geometrische Mittel zwischen den Horizontalprojektionen der Anfangs- und Endgeschwindigkeit.

Indem wir ferner aus der Gleichung

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2 v_0^2 \sin a^2}{gW},$$

woraus noch

$$55) \qquad W = \frac{2 v_0^2}{g} \frac{\sin \alpha^2}{\operatorname{tg} \beta}$$

folgt, letzteren Werth in die Formeln für X und Y einsetzen, resultirt

$$Y = \frac{g}{8} T^2,$$
$$56) \qquad Y = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{W} X^2,$$
$$T = \sqrt{\frac{8 \operatorname{tg} \alpha}{gW}} X.$$

Die erste dieser Gleichungen ist besonders deshalb interessant, als dieselbe auch in der paraboliſchen Theorie auftritt. Die größte Höhe ist also dem Quadrate der Flugzeit proportional und demnach gänzlich unabhängig von allen übrigen Bestimmungsstücken.

Ertheilen wir also verschiedenen Geschossen eine solche Anfangsgeschwindigkeit, daß die Kulminations- oder Scheitelpunkte aller in einer Horizontalen liegen, so ist die Flugzeit bei allen dieselbe, wie auch der Anfangswinkel und die Geschwindigkeit gewählt werden mögen.

Wir bilden ferner das Verhältniß der Zeit der Scheitelhöhe zu der Flugzeit.

Gemäß 42 ist

$$\frac{t_s}{T} = \frac{1}{1 + \sqrt[4]{\frac{AE}{F}}},$$

57) d. i.

$$\frac{t_s}{T} = \frac{1}{1 + \sqrt[4]{\frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{gW}}}.$$

Man kann den aus 45 folgenden Ausdruck

$$\tfrac{1}{4} gW \operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\left(\frac{4}{gT} - \frac{1}{v_0 \sin \alpha}\right)^2}$$

benutzen, um einige Formeln zu vereinfachen. So findet man

58) $$\frac{t_s}{T} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{4 v_0 \sin \alpha}{gT} - 1}}$$

oder vielleicht noch einfacher

59) $$\frac{t_s}{T} = \frac{1}{1 + \sqrt[4]{\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}}}.$$

Die Einführung des Fallwinkels β empfiehlt sich überhaupt, da er die Formeln überaus vereinfacht.

Wir stellen demgemäß folgende, für die Rechnung sehr bequeme Kriterien der Bewegung zusammen:

$$60) \qquad \begin{aligned} \operatorname{tg}\beta &= \frac{2v_0^2 \sin\alpha^2}{gW}, \\ v_0 &= \frac{\sqrt{\frac{1}{2} gW \operatorname{tg}\alpha}}{\sin\beta}, \\ T &= \frac{4}{g} v_0 \sin\alpha \\ &\qquad \frac{}{1 + \sqrt{\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}}}. \end{aligned}$$

Vermittelst der 1. berechnet man aus der Anfangsgeschwindigkeit, der Erhöhung und der Wurfweite den Fallwinkel, mit Hülfe dieses ergiebt sich denn aus der 2. die Endgeschwindigkeit und endlich aus der 3. die Flugzeit.

Letztere setzt sich aus zwei Zeiten zusammen, die Zeit t_s bis zum Scheitelpunkt, und die Zeit t_r von dort bis zur Wurfweite. Beide sind voneinander verschieden, und zwar ist die Zeit im aufsteigenden Ast der Bahn kleiner als im absteigenden, wie aus der Beziehung

$$61) \qquad \frac{t_s}{t_r} = \sqrt[4]{\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}}$$

hervorgeht. Das Verhältniß $\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}$, welches bei flachen Schüssen ein anderes als bei Mörsern ist, ist dafür sehr maßgebend.

Die allgemeine Gleichung der Zeit als Funktion des Ortes, d. i. der jeweiligen Abszisse, ist

$$62) \qquad \frac{t}{T} = \frac{\sqrt{1 - \frac{x}{W}\left(1 - \frac{gW}{v_0^2 \sin 2\alpha}\right)^{\frac{1}{2}}} - 1}{\sqrt{\frac{gW}{v_0^2 \sin 2\alpha}}^{\frac{1}{2}} - 1},$$

oder da

$$\frac{gW}{v_0^2 \sin 2\alpha} = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}, \quad \text{auch}$$

63) $$\frac{t}{T} = \frac{\sqrt{\dfrac{1}{1 - \dfrac{x}{W}\left(1 - \dfrac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}\right)}} - 1}{\sqrt{\dfrac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}} - 1}.$$

Die Zeit t_{min} des Minimums der Geschwindigkeit ist

64) $$t_{min} = 4 v_0 \sin\alpha \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha}\left(\sqrt[4]{\frac{\sqrt{4 + 3(\cot\alpha - \cot\beta)^2} - 1}{\dfrac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}}} - 1\right),$$

und das Minimum der Geschwindigkeit im absteigenden Ast der Kurve ist nach einer Reihe von Reduktionen

65) $$V_{min} = 2 v_0 \cos\alpha \left(\frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}\beta}\right)^{\frac{3}{4}} \frac{\sqrt{2 + (\cot\alpha - \cot\beta)^2} - \sqrt{4 + 3(\cot\alpha - \cot\beta)^2}}{(\cot\alpha - \cot\beta)\left(\sqrt{4 + 3(\cot\alpha - \cot\beta)^2} - 1\right)^{\frac{3}{4}}},$$

und das zugehörige x ergiebt sich aus

$$(\cot\alpha - \cot\beta)\frac{x}{W} = \cot\alpha - \sqrt{\frac{\cot\alpha \cot\beta}{\sqrt{4 + 3(\cot\alpha - \cot\beta)^2} - 1}}.$$

Die Widerstandsbeschleunigung ist

66) $$U = \tfrac{3}{4} v_0 \cos\alpha \left(\frac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha}{W \operatorname{tg}\beta}\right)^{\frac{3}{2}} \sqrt{x_1} \cdot v.$$

Die speziellen Werthe sind:

67) $$U_0 = \tfrac{3}{4} \frac{v_0^2 \sin 2\alpha - gW}{W \sin\alpha}$$

oder

$$U_0 = \tfrac{3}{4} \frac{g}{\sin\alpha}\left(\left(\frac{4 v_0 \sin\alpha}{gT} - 1\right)^2 - 1\right)$$

oder

$$U_0 = \tfrac{3}{4} g \frac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha}{\sin\alpha \operatorname{tg}\alpha}.$$

Ebenso:

$$U_0 = \tfrac{3}{4} g \left(1 - \frac{gW}{v_0^2 \sin 2\alpha}\right)\left(1 + \left(\frac{gW}{2 v_0^2 \sin\alpha^2}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

oder

$$U_e = \tfrac{3}{4} g \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{4 v_o \sin \alpha}{gT} - 1\right)^2}\right) \left(1 + \left(\frac{gW}{2 v_o^2 \sin \alpha^2}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}}$$

68)

oder

$$U_e = \tfrac{3}{4} g \frac{\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta \operatorname{tg} \beta}.$$

Im Scheitelpunkt ist

$$69) \quad U_s = \tfrac{3}{4} g \, (\cot \alpha - \cot \beta),$$

demnach

$$70) \quad U_s^2 = U_o U_e \cos \alpha \cos \beta,$$

also eine Formel, welche der analogen für die Geschwindigkeit entspricht.

Hiernach ist die Widerstandsbeschleunigung im Scheitelpunkt das geometrische Mittel aus den Horizontalprojektionen der Anfangs- und Endbeschleunigung.

Die Abhängigkeit, in welcher v von U steht, charakterisiren wir durch folgende Gleichung:

$$71) \quad v = \tfrac{1}{3} \frac{\frac{v_o}{g} \sin \alpha \, U}{\left(1 - \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}\right)} \sqrt[4]{\frac{\left(1 + (\cot \alpha - \cot \beta)^2\right) \frac{\operatorname{tg} \alpha^3}{\operatorname{tg} \beta^3}}{1 \pm \sqrt{1 + (\cot \alpha - \cot \beta)^2 \left(\left(\frac{3}{4} \frac{U}{g}\right)^2 - 1\right)}}}$$

Hierin kann auch

$$72) \quad \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} = \left(\frac{4 v_o \sin \alpha}{gT} - 1\right)^2$$

eingesetzt werden.

Es lassen sich noch weitere Formeln entwickeln, welche von Werth sind. So findet man leicht

$$73) \quad \frac{v_o^2}{v_e^2} = \frac{\sin \beta^2 \operatorname{tg} \beta}{\sin \alpha^2 \operatorname{tg} \alpha}.$$

Da aber

$$74) \quad \frac{U_o}{U_e} = \frac{\sin \beta \operatorname{tg} \beta}{\sin \alpha \operatorname{tg} \alpha},$$

so kann man aus beiden Relationen die neuen ableiten:

$$75) \qquad \frac{U_o}{U_e} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \frac{v_o^2}{v_e^2},$$
$$\frac{U_o}{U_e} = \left(\frac{\cos \alpha}{\cos \beta}\right)^{1/2} \left(\frac{v_o}{v_e}\right)^{4/3}.$$

Hierin liegt der Beweis des schon früher bemerkten Resultates hinsichtlich des Widerstandgesetzes $U = f \cdot v^{\frac{4}{3}}$, welches für den Anfangs- und Endwiderstand bis auf $1^1/_2$ pCt. genau gefunden wurde und speziell für diese beiden äußersten Punkte um so genauer ist, je flacher die Bahnen und damit die betreffenden Anfangs- und Endwinkel α und β sind.

Hieraus folgt, daß in dem sonst angenommenen Ausdruck

$$U = fv^n$$

weder f noch n konstant sein können, daß vielmehr n zwischen 1 und 2 ꝛc. hin- und herwandert und nur an besonderen Stellen diese Werthe erhält. Die bloße Ansicht der Widerstandsgleichung läßt dies auch sofort erkennen, und man sieht, daß U im Allgemeinen eine sehr komplizirte Funktion von v ist, deren Bestimmung wir nachher in einem speziellen Fall geben werden.

Die Gleichung der Kurve ist endlich noch

$$76) \qquad y = \frac{x \operatorname{tg} \alpha \, (W - x)}{W - x \left(1 - \frac{gW}{v_o^2 \sin 2\alpha}\right)}.$$

Wir wollen noch auf eine interessante Eigenthümlichkeit unserer Formeln hinweisen. Bei den Berechnungen findet es sich, daß der Ausdruck in Formel 45, nämlich

$$\sqrt{\frac{gW}{v_o^2 \sin 2\alpha}},$$

wenigstens bei flachen Bahnen immer sehr nahe der Einheit gleichkommt. Setzen wir ihn überhaupt gleich der Einheit, so folgt aus ihm

$$W = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g}$$

also merkwürdiger Weise die Wurfweite der parabolischen Bewegung. Dadurch geht die betreffende Formel über in

$$T = \sqrt{\frac{2W \operatorname{tg} \alpha}{g}},$$

welche ebenfalls der bekannten parabolischen Relation entspricht.

Demgemäß wird die Formel des Fallwinkels sein

$$\operatorname{tg} \beta = \operatorname{tg} \alpha, \quad \beta = \alpha,$$

wie es sein muß.

Bezeichnen wir die parabolische Wurfweite mit W_p, so findet man aus

$$W = \frac{2v_o^2}{g} \frac{\sin \alpha^2}{\operatorname{tg} \beta}, \quad W_p = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g}$$

die Relation

$$77) \qquad W = W_p \cdot \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta},$$

oder man findet die hyperbolische Wurfweite, indem man die parabolische mit $\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}$, also mit einem veränderlichen echten Bruch multiplizirt.

Die parabolische Flugzeit ist

$$T_p = \frac{2v_o \sin \alpha}{g},$$

die hyperbolische

$$78) \qquad T = \frac{\frac{4v_o \sin \alpha}{g}}{1 + \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}}}.$$

Man findet also die hyperbolische Flugzeit, indem man die parabolische durch $\frac{1}{2}\left(1 + \sqrt{\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}}\right)$ dividirt.

Die hyperbolischen Wurfweiten und Flugzeiten sind also kleiner wie die parabolischen.

VIII. Vergleichung der Theorie mit der Erfahrung.

A.

Wir halten es für nützlich, die theoretischen Resultate auf die in den „Schußtafeln" enthaltenen Zahlenangaben zu beziehen, um zu entscheiden, ob die Theorie den praktischen Resultaten entspricht. Allerdings sind Letztere vielfach aus Interpolationen hervorgegangen und also nicht immer maßgebend für strengere Forderungen. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß die Fallwinkel und die Endgeschwindigkeiten weniger auf Beobachtungen und Versuche als vielmehr auf gewisse Rechnungsmethoden basirt sind, also auch im Allgemeinen nur theoretischen Werth haben. Es ist nothwendig, hier darauf aufmerksam zu machen.

Wir benutzen die Formeln:

$$\operatorname{tg}\beta = 0{,}20387\,\frac{(v_0\sin\alpha)^2}{W},\quad v_e = 2{,}2147\,\frac{\sqrt{W\operatorname{tg}\alpha}}{\sin\beta},$$

$$T = 0{,}40774\,\frac{v_0\sin\alpha}{1+\sqrt{\frac{\operatorname{ty}\beta}{\operatorname{ty}\alpha}}}$$

oder für logarithmische Rechnung

$$\operatorname{tg}\beta = (0{,}30935-1)\,\frac{(v_0\sin\alpha)^2}{W},\quad v_e = (0{,}34532)\,\frac{\sqrt{W\operatorname{tg}\alpha}}{\sin\beta},$$

$$T = (0{,}61038-1)\,\frac{v_0\sin\alpha}{1+\sqrt{\frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha}}}$$

Die Formel für T ist, wie wir schon früher nachgewiesen, die wichtigste und entscheidendste, da sie in der ursprünglichen Gestalt nur diejenigen Konstanten enthält, welche direkt durch die Beobachtung gegeben sind, nämlich die Wurfweite W, die Anfangsgeschwindigkeit v_0 und die Erhöhung α. In vorliegender Form ist sie für die Berechnung die bequemste. In der ersten Horizontalreihe stehen die Schußtafelwerthe, in der zweiten die berechneten.

Leichte Feldkanone. Nr. 1.

	v_0	W	α	β	T	v_e	
X	463	2500	5^{13}	8^{15}	8,1	247	Schußtafel.
	"	"	"	10,16	8,2	200	Berechnung.
X	463	5000	19^{6}	31^{4}	21,8	183	
	"	"	"	43,89	23,2	134	

Schwere Feldkanone C/73. Nr. 2.

X	442	5000	19^{2}	30^{15}	21,4	190	
	"	"	"	$40,5^{2}$	22,9	142	

3,7 cm Revolverkanone. Nr. 3.

X	406	3000	13^{7}	20^{12}	13,18	179	
	"	"	"	31,18	14,9	114,7	

9 cm Stahlkanone. Nr. 4.

X	322	5000	26^{0}	35^{2}	24,1	203	
	"	"	"	39,1	24,5	173,4	

9 cm Bronzekanone. Nr. 5.

X	312	2600	10^{7}	13^{14}	10,5	220	
	"	"	"	14,07	10,6	200	

12 cm Kanone. Nr. 8.

X	322	6000	37^{3}	49^{15}	34,4	201	
	"	"	"	52,3	34,5	188,8	

Schwere 12 cm Kanone. Nr. 9.

X	450	3200	8	11^{8}	10,5	248	
	"	"	"	14	10,9	194	
				ibid.			
V	450	5000	16	24^{8}	19,1	212	
	"	"	"	32,1	20,4	157	
				ibid.			
X	450	6400	25	38^{4}	27,9	206	
	"	"	"	49,04	30,2	160,2	

Schwere 12 cm Kanone. Nr. 9.

	v_0	W	α	β	T	v_0	
X	450	7200	39^{14}	56^{15}	40,3	216	Schußtafel.
	"	"	"	67	44	186,6	Berechnung.

Kurze 15 cm Kanone. Nr. 10.

255	4650	40	48^{15}	30,4	185	
"	"	"	49,67	30,5	181,5	

15 cm Kanone. Nr. 10a.

247	2200	12	14^{3}	10,1	200
"	"	"	13,8	10,2	201,6

15 cm Stahl- und Bronzekanone. Nr. 11.

X	334	5000	21	28^{12}	21,4	208
	"	"	"	30,29	21,7	192,4

15 cm Ringkanone. Nr. 12.

X	466	5600	17	25^{10}	20,8	224
	"	"	"	34,04	22,3	163,7

15 cm Ringkanone. Nr. 13.

X	487	3900	9	13^{7}	12,4	253
	"	"	"	16,88	12,2	190

15 cm Ringkanone. Nr. 13a.

X	476	2500	5	7^{1}	7,3	282
	"	"	"	8	7,4	235

Kurze 21 cm Kanone. Nr. 15.

219	3900	39^{0}	45^{6}	27,1	178	
"	"	"	44,8	27	~~160~~,5	

9 cm Mörser. Nr. 18.

142	1700	43^{6}	49^{11}	19,3	120	
"	"	"	48,76	19	118	

15 cm Mörser. Nr. 19.

v_0	W	α	β	T	v_0	
192	2600	60^3	65^3	35,4	167	Schußtafel.
"	"	"	65,32	32	164,2	Berechnung.

21 cm Mörser. Nr. 20.

221	3700	54^0	60^7	34,3	184	
"	"	"	60,4	34,2	181,7	
			ibid.			
289	4300	66	72^{10}	48,3	232	
"	"	"	73,16	48,6	227,4	

Diese Beispiele aus den Schußtafeln mögen genügen.

Im Allgemeinen stimmen die berechneten Flugzeiten mit den beobachteten gut überein, so daß das Resultat bis auf wenige Ausnahmefälle ein befriedigendes genannt werden kann. Letztere beziehen sich besonders auf größere Wurfweiten der schweren 12 cm Kanone, für welche größere Flugzeiten berechnet sind. Eine vollständige Konformität wird man überhaupt nicht erwarten dürfen, um so weniger, als die Projektile für die verschiedenen Geschütze je nach dem Kaliber derselben verschieden sind. Berücksichtigt man diese und noch manche andere darauf einwirkende Umstände, wie sie z. B. in den „Studien zur Mechanik des Langgeschoßfluges", 52. Jahrgang XCV. Band des „Archivs für Artillerie- und Ingenieur-Offiziere" entwickelt sind, so wird man immerhin die augenfällige Konkordanz zwischen Theorie und Beobachtung anerkennen können, soweit sie sich auf die Zeit, Anfangsgeschwindigkeit, Erhöhung und Schußweite bezieht.

Hinsichtlich der Fallwinkel und der Endgeschwindigkeiten sind die berechneten Fallwinkel größer und die Endgeschwindigkeiten kleiner als die tabellarischen, mit eigenthümlicher Ausnahme der Mörser, wo sie übereinstimmen.

Da aber die betreffenden Zahlen der Tafeln nicht auf Beobachtungen, sondern ebenfalls auf Rechnungen gegründet sind, so sind genauere Versuche und Ermittelungen erst darüber anzustellen, ob die berechneten Werthe der Wirklichkeit entsprechen.

In Bezug auf diese Unterschiede wollen wir einige Angaben des „Archivs" mit entsprechenden der Schußtafeln vergleichen. Wir wählen S. 55 der Schußtafel.

12 cm Bronzekanone C/73.

	v_0	W	α	β	T	v_0
1.	325	5700	40	51²	32,6	198

Seite 31 des Archivs 1889, Heft Januar-Februar.

2.	272	5700	43°	49° 20′	35	217
3.	272	5700	44° 15′	50° 30′	35	217

Die Anfangsgeschwindigkeit ist in 1 verhältnißmäßig größer als in 2 und 3, die Wurfweite ist in allen drei Fällen dieselbe. Zwar sind die α etwas verschieden, aber aus 2 und 3 geht hervor, daß eine Aenderung von 1° 15′ wenigstens im vorliegenden Fall keinen Einfluß auf W hat, dies also auch wohl in 1 nicht der Fall ist.

Auf 2 wenden wir unsere Formeln an.

Die Rechnung ergiebt

2.	272	5700	43°	50,9°	35,2	208

also eine recht gute Uebereinstimmung mit den Beobachtungen.

In gleicher Weise stellen wir aus den Schußtafeln und dem „Archiv" ibid. S. 19 folgende Werthe zusammen:

v_0	W	α	T
444	7000	43°	37,6
285	6600	45°	—

Gemäß der ersten Reihe ist die Schußweite bei einer Anfangsgeschwindigkeit von 444 m und der Erhöhung 43½° gleich 7000 m. Dagegen ist nach der zweiten Reihe bei fast gleicher Erhöhung die Schußweite trotz der fast um die Hälfte verminderten Anfangsgeschwindigkeit fast dieselbe, nämlich 6600 m. Diese Unterschiede zwischen den Schußweiten und den Erhöhungen sind viel zu klein, als daß sie sich, wenigstens die Ersteren, aus der übermäßig großen Differenz der Geschwindigkeiten erklären ließen. Hieraus ist erklärlich, wie viele, zum Theil sehr wesentliche Faktoren bei der Bewegung der verschieden schweren Projektile mitwirken.

B.

Wir legen jetzt mehrere Reihen aus dem „Archiv", 53. Jahrgang, 96. Band, 1. und 2. Heft, Seite 8 unseren Rechnungen zu Grunde und setzen die errechneten Werthe darunter.

v_0	W	α	β	T	v_0	
155	2200	47° 30′	51° 34′	23,8	—	Archiv.
"	"	" "	50,41°	22,7	149,2	Berechnung.
260	5200	50° 20′	55° 48′	37,7	—	
"	"	" "	57,51°	38,1	207	
		ibid. Seite 14.				
213,4	4000	45°	48° 7′	28,58	185,7	
"	"	"	49,25°	29,6	184,9	
		ibid. S. 19.				
135	1550	45°	—	18	—	
"	"	"	—	18,5	—	
		ibid. S. 14.				
233,5	4000	60°	64° 11′	39,25	205,5	
"	"	"	63° 56′	39,5	205,3	
		ibid. S. 31.				
272	4200	65° 15′	70° 10′	46	231	
"	"	" "	71,34°	46,5	223	
		ibid. S. 36.				
315	7400	44° 30′	51°	41	242	
"	"	" "	53,33°	41,5	235	

Die Uebereinstimmung ist also eine noch bessere, als früher. Wir wollen hier bemerken, daß die Annahme $g = 10$ statt 9,81 die entsprechenden Fallwinkel β und die Schußzeiten T etwas vermindert, die Geschwindigkeit v_0 dagegen etwas vermehrt. Für $g = 10$ findet man nämlich

272	4200	65° 15′	70° 10′	46	231
"	"	" "	70° 40′	46	226

Ferner:

315	7400	44° 30′	51°	41	242
"	"	" "	53°	41	240

Desgl.

272	5700	43°	49° 20′	35	217
"	"	"	50° 20′	34,6	212

Die Annahme g = 10 hat also gegebenenfalls einige Vorzüge vor der anderen. Da die berechneten T für g = 9,81 im Allgemeinen immer etwas größer sind als die beobachteten, so dürfte es sich empfehlen, die Acceleration der Schwere zu 10 m anzunehmen. Hiernach würde man haben:

ibid. S. 14.

233,5	4000	60°	64° 11′	39,25	205,5
"	"	"	64° 20′	39,4	204

Archiv 1891, 98. Band, 11./12. Heft, S. 503:

550	9500	13,25°	17,7°	23,1	341
"	"	"	18,30′	23	333

ibid. S. 504.

451	8000	15,8°	22,4°	23,6	296
"	"	"	20,6°	22,8	302

In Bezug auf den 21 cm Hartbronzemörser, welcher selbst eine Schußweite von 6600 m gestattet, wollen wir für das Geschoßgewicht 94 kg, den Erhöhungswinkel $\alpha = 45°$, die Schußweite 6600 m die Flugzeit berechnen. Die Anfangsgeschwindigkeit ist $v_0 = 285$ m.

Die Flugzeit ist

$$T = 38{,}2 \text{ Sekunden},$$

der Fallwinkel

$$\beta = 51°,$$

die Endgeschwindigkeit

$$v_e = 232,$$

die Abszisse des Scheitelpunktes

$$X = 3474 \text{ m},$$

die Ordinate

$$Y = 1825 \text{ m},$$

die Scheitelgeschwindigkeit

$$v_s = 171{,}5 \text{ m},$$

die Zeit bis zum Scheitel

$$t_s = 18{,}6'',$$

das Minimum der Geschwindigkeit

$$v_m = 168.$$

Ist die Anfangsgeschwindigkeit v_o, die Erhöhung α und die Schußzeit T bekannt, so ergiebt sich auch die Schußweite aus der Gleichung 45

79) $$W = \frac{v_o^2}{\left(\frac{2v_o}{T}\sqrt{\frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{g}} - \sqrt{\frac{g}{\sin 2\alpha}}\right)^2}.$$

Das Resultat der Vergleichung der theoretischen und namentlich der dem „Archiv" entnommenen praktischen Zahlenwerthe ist ein durchaus befriedigendes und dürfte für die Zuverlässigkeit sowohl der theoretischen als auch der praktischen Angaben bürgen.

XI. Die Gleichungen der Wurfbewegung.

In den bisherigen Formeln tritt der Uebelstand auf, daß in denselben ein überzähliger und also überflüssiger Parameter vorkommt. In dem Kriterium der Zeitformel treten außer der Zeit noch die Wurfweite, Geschwindigkeit und Erhöhung auf, also im Ganzen vier Größen. Es müssen indessen zwei genügen, um die dritte zu berechnen. Um z. B. die Wurfweite zu finden, bedarf es eigentlich nur der Kenntniß der Anfangsgeschwindigkeit und der Erhöhung nebst einer Konstanten, welche ähnlich wie g, den Widerstand der Luft zu Anfang der Bewegung ausdrückt.

In 67 haben wir nun folgende Formel aufgestellt:

$$U_o = \tfrac{3}{4}\frac{v_o^2 \sin 2\alpha - gW}{W \sin \alpha},$$

welche uns für das Folgende von Wichtigkeit sein wird. Aus ihr folgt

80) $$W = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{3}{4} U_o \sin \alpha}.$$

Die Wurfweite ist hiernach eine Funktion von v_o, α und U_o, welch letztere zunächst noch unbekannt ist.

Setzen wir die Widerstandskonstante U_o = Null, so erhalten wir die parabolische Schußweite. Die hyperbolische ist also kleiner, indem anstatt der Schwere g der größere Werth $g + \frac{4}{3} U_o \sin \alpha$ gleichsam als vermehrte Schwerkraft auftritt.

Was die Widerstandsbeschleunigung von U_o betrifft, so läßt sich dieselbe durch einen Probeschuß oder besser durch verschiedene Schüsse dieser Art ermitteln, und zwar ist dies für verschiedene Geschwindigkeiten verschieden oft durchzuführen, da U_o von v_o abhängt. Eine Bestimmung von U_o auf Grund eines Versuches werden wir nachher geben. Demnach setzen wir U_o im Folgenden als bekannt voraus.

Die Formel für W gestattet die Beantwortung einiger Fragen, wie z. B. die folgende:

Unter welchem Winkel ist die Schußweite am größten?

Die Differentiation von W nach α führt auf

$$81) \quad \frac{dW}{d\alpha} = v_o^2 \cdot \frac{2(g + \frac{4}{3} U_o \sin \alpha) \cos 2\alpha - \frac{4}{3} U_o \cos \alpha \sin 2\alpha}{(g + \frac{4}{3} U_o \sin \alpha)^2},$$

und da dW = Null sein muß, auf die kubische Gleichung

$$82) \quad \frac{4}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha^3 + 2 \sin \alpha^2 - 1 = 0,$$

wäre U_o = Null, so wäre $\alpha = 45°$ für den Fall der Maximalschußweite der parabolischen Bewegung.

Da aber U_o stets von Null verschieden ist, so sieht man unmittelbar aus der Gleichung

$$83) \quad \text{oder} \quad \begin{aligned} \sin \alpha^2 &= \tfrac{1}{2} - \tfrac{2}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha^3, \\ \cot \alpha^2 &= 1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha, \end{aligned}$$

daß vermöge des Luftwiderstandes die größte Schußweite bei einem kleineren Winkel als 45° eintritt, und zwar wird die gesuchte Erhöhung um so kleiner sein, je größer U_o, d. i. je größer die Anfangsgeschwindigkeit ist.

Wenn beispielsweise $U_o = \frac{1}{3}$ Meter beträgt, so ist

$$\sin \alpha = 0{,}686 \text{ oder } \alpha = 43° 20'.$$

Der obige Differentialquotient gestattet auch noch, zu berechnen, um wie viel sich die allgemeine Schußweite vergrößert, wenn α um Bruchtheile eines Grades erhöht wird.

Es sollen die Wurfzeit und der Fallwinkel als Funktion der Geschwindigkeit und der Erhöhung dargestellt werden.

Wir verbinden die obige Formel für W mit derjenigen des Kriteriums und erhalten

$$84) \qquad T = \frac{3\,v_o}{U_o}\left(\sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha} - 1\right),$$

ferner nach Substitution von W in die Formel für $\operatorname{tg}\beta$

$$85) \qquad \operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha + \tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha\operatorname{tg}\alpha.$$

Wir wollen nachsehen, was aus β im Maximum der Schußweite wird.

Wir führen in die Formeln für W und $\operatorname{tg}\beta$ den aus der kubischen Gleichung folgenden Ausdruck U_o ein und gewinnen für die Maximalschußweite

$$86) \qquad W = \frac{2\,v_o^2}{g}\sin\alpha^2\operatorname{tg}\alpha$$

und ferner

$$\alpha + \beta = 90°.$$

Also: Bei der Maximalschußweite ergänzen sich Erhöhung und Fallwinkel zu 90°.

Die Tangenten der Kurve im Anfangs- und Endpunkte der Horizontalen stehen also senkrecht aufeinander.

Hinsichtlich der Uebereinstimmung der Theorie mit den Beobachtungsthatsachen sehe man die Tabellen auf Seite 8 des 53. Jahrgangs, 96. Bandes des Archivs nach.

Für verschiedene Erhöhungen werden bei gleichen Geschwindigkeiten die Wurfweiten ungleich sein. Wie bei der paraboliſchen Bewegung können indessen bei verschiedenen Elevationen gleiche Schußweiten vorkommen.

Es sollen die beiden Elevationswinkel berechnet werden, deren entsprechende Schußweiten gleich groß sind.

Um diese Winkel gleicher Schußweite zu berechnen, haben wir die Gleichung 80) zu Grunde zu legen, darin W als konstant und α als gesucht anzunehmen. — Es ist daher

$$87) \qquad \frac{v_o^2}{Wg}\sin 2\alpha - \tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha = 1.$$

Hieraus folgt

88) $$\frac{4v_o^4}{W^2g^2}\sin\alpha^4-\left(\frac{4v_o^4}{W^2g^2}-\frac{16\,U_o^2}{9\,g^2}\right)\sin\alpha^2+\frac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha+1=0.$$

Diese Gleichung 4. Grades besitzt zwei positive und zwei negative Wurzeln, wovon nur die ersteren den Bedingungen der Aufgabe genügen.

Aus der ersten Formel folgt noch, wenn α_1 und α_2 die beiden Wurzeln sind:

89) $$\frac{\cos\frac{1}{2}(\alpha_1-\alpha_2)}{\cos\frac{1}{2}(\alpha_1+\alpha_2)}\cos(\alpha_1+\alpha_2)=\frac{2}{3}\frac{U_o\,W}{v_o^2}.$$

Ist U_o = Null, also bei der Bewegung im luftleeren Raum, so ist $\alpha_1+\alpha_2=90°$, wie bekannt. Im lufterfüllten Raum ist demnach $\alpha_1+\alpha_2<90°$ oder

die Summe der Elevationswinkel gleicher Schußweiten ist infolge des Widerstandes der Luft kleiner als 90°.

Die bisherigen Gleichungen bezogen sich immer auf Schußweiten in der Horizontalfläche.

Will man indessen die Gleichungen auf einen Punkt anwenden, der aus der Horizontalfläche heraustritt, dessen horizontale und vertikale Entfernung x, y ist, so hat man auf die Kurvengleichung zurückzugehen und darin W vermittelst Gleichung 80) zu eliminiren. Man findet als Gleichung der Bahnkurve

90) $$y=x\,\mathrm{tg}\,\alpha-\frac{g/\cos\alpha\cdot x^2}{2v_o^2\cos\alpha-\frac{4}{3}U_o\,x}.$$

Denkt man sich den Punkt x y definirt durch die Polarkoordinaten R(i), also durch

$$x=R\cos i,\quad y=R\sin i$$

so findet man nach Einsetzen dieser Ausdrücke in die obige Kurvengleichung nach Auflösung von R

91) $$R=\frac{2v_o^2\cos\alpha}{g}\cdot\frac{1}{\frac{\cos i^2}{\sin(\alpha-i)}+\frac{4}{3}\frac{U_o}{g}\cos i}.$$

Dies ist die Schußweite für eine durch den Anfangspunkt der Bewegung gehende Ebene, deren Steigungswinkel gegen die Horizontalebene i ist.

Diese Gleichung bildet die Basis der Hauptaufgabe der Artillerie, nämlich den Punkt zu treffen, auf den man zielt. Die Aufgabe stellt sich also wie folgt:

Die Anfangsgeschwindigkeit und die Widerstandskonstante des Projektils sind bekannt. Es ist der Elevationswinkel zu bestimmen, unter welchem ein Punkt R(i) oder x, y getroffen wird.

Hiernach ist die obige Gleichung nach α aufzulösen. Wir setzen $\alpha - i = \psi$ und finden

$$92) \qquad \sin i + \frac{Rg}{v_0^2} \cos i^2 + \tfrac{1}{3} \frac{RU_0}{v_0^2} \cos i \cdot \sin \psi - \cos i \sin 2\psi - \sin i \cos 2\psi = 0.$$

Diese Relation ist in Beziehung auf ψ biquadratisch.

Wie wir an einem anderen Ort*) nachgewiesen, ist mit einer solchen trigonometrischen Gleichung 4. Grades folgende Kosinusresolvente 3. Grades verknüpft:

$$93) \quad \cos\gamma^3 - \left(\sin i + \frac{Rg}{v_0^2} \cos i^2\right) \cos\gamma^2 + \left(\tfrac{1}{3} \frac{R^2 U_0^2}{v_0^4} \cos i^2 - 1\right) \cos\gamma + \sin i + \frac{Rg}{v_0^2} \cos i^2 - \tfrac{1}{3} \frac{R^2 U_0^2}{v_0^4} \cos i^2 \sin i = 0$$

und es ist

$$94) \qquad \begin{aligned} \gamma_0 &= \tfrac{1}{2}(\psi_1 + \psi_2 + \psi_3 + \psi_4) = 90° - i \\ \gamma_1 &= \tfrac{1}{2}(\psi_1 + \psi_2 - \psi_3 - \psi_4) \\ \gamma_2 &= \tfrac{1}{2}(\psi_1 - \psi_2 + \psi_3 - \psi_4) \\ \gamma_3 &= \tfrac{1}{2}(\psi_1 - \psi_2 - \psi_3 + \psi_4) \end{aligned}$$

woraus

$$\begin{aligned} 2\psi_1 &= 90° - i + \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 \\ 2\psi_2 &= 90° - i + \gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3 \end{aligned}$$

Demnach sind die beiden gesuchten Elevationswinkel

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= 45° + \tfrac{1}{2}(i + \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3) \\ \alpha_2 &= 45° + \tfrac{1}{2}(i + \gamma_1 - \gamma_2 - \gamma_3) \end{aligned}$$

Ist U_0 = Null, also die Bewegung parabolisch, so ist $\gamma_1 = 0$ und

$$\alpha_1 + \alpha_2 = 90 + i.$$

*) Vergl. Archiv der Math. und Phys. 1884 Theil 70.

Die Auflösung der allgemeinen Gleichung ist hiernach zwar möglich, aber mit weitläufigen Rechnungen verbunden, die indessen nicht wohl zu umgehen sind. Einfacher werden sie für die Horizontale $i = 0$.

Das Maximum der Schußweite für die geneigte Ebene $R(i)$ findet sich aus

$$95) \qquad \cos(2\alpha - i) = \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\frac{\sin\alpha}{\cos i}\sin(\alpha - i)^2$$

woraus α berechnet und in

$$96) \qquad R = \frac{2v_0^2}{g}\frac{\sin(\alpha-i)^2\sin\alpha}{\cos i^2\cos(\alpha-i)}$$

eingesetzt werden muß. Auch hier sind wieder Gleichungen 4. Grades aufzulösen.

Wir wollen jetzt die Gleichung 40) wieder vornehmen, um den Ort des Projektils als Funktion der Zeit darzustellen. Dabei benutzen wir die leicht zu beweisenden Relationen

$$97) \quad \frac{C}{E} = \frac{2U_0}{3v_0^2\cos\alpha}, \quad \frac{C}{A} = \operatorname{tg}\varepsilon = \frac{\frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\cos\alpha}{1+\frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha} = \cot\alpha - \cot\beta,$$

$$\frac{F}{E^2} = \frac{g}{2v_0^2\cos\alpha^2},$$

setzen sie in Gleichung 40) ein und erhalten

$$98) \qquad t = \frac{3v_0}{U_0}\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{2U_0x}{3v_0^2\cos\alpha}}} - 1\right),$$

und also

$$99) \qquad x = \tfrac{3}{2}\frac{v_0^2\cos\alpha}{U_0}\left(1 - \frac{1}{\left(1+\frac{U_0t}{3v_0}\right)^2}\right),$$

Einfacher wird dieser Ausdruck, wenn statt x die Entfernung von der vertikalen Asymptote genommen wird. Man hat

$$100) \qquad x_1 = \frac{3v_0^2\cos\alpha}{2U_0\left(1+\frac{U_0t}{3v_0}\right)^2}.$$

Dieser Abstand des bewegten Punktes von der Asymptote nimmt also mit der Zeit unendlich ab. Der Anfangspunkt hat von der Asymptote den Abstand

$$101) \qquad \frac{2 v_0^2 \cos \alpha}{2 U_0}.$$

Mit abnehmendem U_0 rückt dieser Abstand immer weiter bis ins Unendliche für $U_0 = 0$ der parabolischen Bewegung.

Setzen wir den Ausdruck für x in die Kurvengleichung ein, so erhalten wir y als Funktion von t, nämlich

$$102) \qquad y = \tfrac{3}{2} \frac{v_0^2}{U_0} \sin \alpha \left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0} \right)^2} \right) - \tfrac{2}{3} g \frac{v_0^2}{U_0^2} \left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0} - \frac{1}{1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}} \right)^2.$$

Bezüglich dieser Gleichungen für x, y wollen wir auf eine Merkwürdigkeit aufmerksam machen, welche schon bei der parabolischen Bewegung auftritt.

Schreiben wir beide Gleichungen kurz

$$x = K \cos \alpha, \quad y = K \sin \alpha - L$$

so folgt aus ihnen

$$103) \qquad x^2 + (y + L)^2 = K^2,$$

also die Gleichung eines Kreises, worin K, L Funktionen von t sind. Damit haben wir das interessante Resultat, daß der geometrische Ort aller mit derselben Geschwindigkeit unter beliebigen Winkeln gleichzeitig von einem Punkt ausgehenden Geschosse für jeden Moment der Bewegung eine Kugeloberfläche ist.

Der Scheitelpunkt der Kurve ist bestimmt durch

$$X = \tfrac{1}{2} \frac{v_0^2}{U_0} \cos \alpha \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha}} \right),$$

$$104) \qquad Y = \tfrac{2}{3} g \frac{v_0^2}{U_0^2} \left(\sqrt{1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha} - 1 \right)^2,$$

oder $Y = \tfrac{2}{3} T^2$.

Die Zeit t_s bis zum Scheitelpunkt folgt aus

$$105) \qquad \frac{U_0}{3v_0} t_s = \sqrt[4]{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha} - 1$$

und weil

$$\frac{U_0}{3v_0} T = \sqrt[4]{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha} - 1$$

auch

$$106) \qquad \frac{t_s}{T} = \frac{1}{\sqrt[4]{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha} - 1.}$$

Eliminirt man α aus den beiden vorhergehenden Gleichungen, so folgt

$$107) \qquad \frac{U_0}{3v_0} t_s^2 + 2t_s = T$$

also ist wegen

$$t_s = \tfrac{1}{2} T - \frac{U_0}{6v_0} t_s^2$$

die Zeit zum Scheitel kleiner als die halbe Flugzeit, und demnach die Zeit im niedersteigenden Aste größer als im aufsteigenden.

Um ferner einen allgemeineren Ausdruck für die Geschwindigkeit zu entwickeln, benutzen wir die Formel 20), indem wir darin x, als Funktion von t einführen. Es resultirt schließlich

$$108) \qquad \frac{v^2}{v_0^2} = 1^2 \frac{g^2}{U_0^2}\left(1 + \frac{U_0 t}{3v_0}\right)^2 \left(\frac{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha + 1^6 \frac{U_0^2}{g^2}}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3v_0}\right)^3} - 2\frac{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}\sin\alpha}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3v_0}\right)^4} + 1\right).$$

Das Minimum der Geschwindigkeit tritt ein für den aus

$$109) \left(1 + \frac{U_0}{3v_0} t_m\right)^4 = -(1 + k\sin\alpha) + \sqrt{4(1 + k\sin\alpha)^2 + 3k^2\cos\alpha^2}$$

$$k = \tfrac{4}{3}\frac{U_0}{g}$$

folgenden Werth der Zeit t_m.

Wenn $k = 2$, also $U_0 = 15$ m ist, so folgt $t_m = \frac{1}{2} v_0 (\sqrt{3} - 1)$.

In diesem speziellen Falle ist also t_m unabhängig von α. Also:

Bei der Widerstandsbeschleunigung $U_0 = 15$ m erreichen alle Geschosse gleicher Anfangsgeschwindigkeit das Minimum der Geschwindigkeit in derselben Zeit.

Die Endgeschwindigkeit v_e in der Schußweite der Horizontalen folgt aus

$$110) \qquad \frac{v_e^2}{v_0^2} = \frac{\sin \alpha^2}{1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha} + \frac{\cos \alpha^2}{\left(1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha\right)^3}.$$

Dieselbe ist also für verschiedene Erhöhungen α verschieden.

Bei der Erhöhung $\alpha = 0$ oder beim horizontalen Schuß ist $v_e = v_0$, also ein Maximum, da die Schußweite Null ist.

Wächst nun α, so nimmt v_e ab, und das Minimum der Endgeschwindigkeit tritt ein für den aus der Gleichung

$$111) \qquad \left(\frac{4}{3} \frac{U_0}{g}\right)^2 \sin \alpha^4 + 4 \left(\frac{4}{3} \frac{U_0}{g}\right) \sin \alpha^3 + 6 \sin \alpha^2 - 3 = 0$$

folgenden Werth von α. Ist z. B. für ein Geschütz

$$U_0 = \frac{3}{4} (\sqrt{40} - 4)\, g = 17{,}43 \text{ m},$$

so ist $\alpha = 30°$, bei welcher Erhöhung v_e ein Minimum und demnach die lebendige Kraft des Projektils am kleinsten ist. Dann aber wächst wieder v_e mit α zum Maximum

$$v_e = \frac{v_0}{\sqrt{1 + \frac{4}{3} \frac{U_0}{g}}}$$

nämlich beim Schuß in der Vertikalen.

Der Winkel τ, den die Flugrichtung mit der Horizontalen bildet, folgt aus

$$112) \qquad \operatorname{tg} \tau = \operatorname{tg} \alpha + \frac{3g}{4 U_0 \cos \alpha} \left(1 - \left(1 + \frac{U_0 t}{3 v_0}\right)^4\right),$$

oder auch aus

$$113) \qquad \operatorname{tg} \tau = \operatorname{tg} \alpha + \frac{3g}{4 U_0 \cos \alpha} - \frac{3g}{4 U_0 \cos \alpha \left(1 - \frac{4}{3} \frac{U_0 x}{v_0^2 \cos \alpha}\right)^3},$$

und der durch tg i = y/x definirte Winkel ergiebt sich aus

$$114) \qquad \operatorname{tg} i = \operatorname{tg} \alpha - \frac{3g}{4 U_o \cos \alpha} \left(\left(1 + \frac{U_o t}{3 v_o} \right)^3 - 1 \right).$$

Wegen des Folgenden wollen wir noch den Werth von tg τ für den Punkt der Hyperbel berechnen, in welchem die große Halbachse die Kurve schneidet, also für den eigentlichen Axial-Scheitelpunkt der Kurve. Hierfür ist tg $\tau = -$ tg ε, demnach ist

$$- \operatorname{tg} \tau = \operatorname{tg} \varepsilon = \frac{k \cos \alpha}{1 + k \sin \alpha}, \quad k = \tfrac{4}{3} \frac{U_o}{g}$$

Setzen wir diesen Werth von tg τ in die obige Gleichung, und lösen auf nach x, so folgt

$$115) \qquad x_m = \frac{3 v_o^2 \cos \alpha}{2 U_o} \left(1 - \sqrt{\frac{1 + k \sin \alpha}{1 + 2k \sin \alpha + k^2}} \right).$$

Wir gehen jetzt dazu über, den Ausdruck

$$W = \frac{v_o^2 \sin 2\alpha}{g + \frac{4}{3} U_o \sin \alpha}$$

zu transformiren.

Bezeichnen wir wieder mit W_p die Wurfweite in der Parabel, also

$$W_p = \frac{v_o^2}{g} \sin 2\alpha,$$

so ist

$$116) \qquad \frac{W_p}{W} = 1 + \tfrac{4}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha.$$

In einem Heft des die Schießresultate des Kruppschen Etablissements enthaltenden Tabellenwerkes wird zur Ausführung einiger Rechnungen eine Formel

$$W_p = W + \frac{W^2}{K}, \; K = \text{Konstante}$$

benutzt, welche als französische bezeichnet wird.

Dieselbe weicht aber von der unsrigen

$$117) \qquad W_p = W + \tfrac{4}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha \, W$$

erheblich ab, und K kann also keine Konstante sein. In der That schwankt K bei den betreffenden Rechnungen zwischen

14 000 und 15 000. Wir möchten daher die obige Gleichung empfehlen. Man kann die Gleichung

$$U_0 = \tfrac{3}{4} \frac{v_0^2 \sin 2\alpha - gW}{W \sin \alpha}$$

dazu benutzen, die Widerstandskonstante U_0 zu berechnen, wenn v_0, α, W bekannt sind. Es kann indessen vorkommen, daß v_0 nicht, wohl aber dafür T gegeben ist. Dann ist v_0 vermittelst der Formel des Kriteriums zu eliminiren, wodurch man erhält

$$118) \qquad \tfrac{4}{3} \frac{U_0}{g} \sin \alpha = \frac{1}{\left(\frac{1}{T}\sqrt{\frac{8W \operatorname{tg} \alpha}{g}} - 1\right)^2} - 1,$$

woraus noch

$$119) \qquad T = \frac{2\sqrt{\frac{2W \operatorname{tg} \alpha}{g}}}{1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g} \sin \alpha}}}$$

folgt.

Aus dem 55. Jahrgang, 98. Band des Archivs ꝛc. Tabelle 13 auf Seite 508 greifen wir folgende Reihen heraus:

W	α	β	v_0	T
1900	48,1°	50,1°	132	21,2
1900	37,9°	39,2°	133	17,6

Da hiernach W, α, T bekannt sind, so benutzen wir die vorletzte Formel, um U_0 zu berechnen, indem wir darin $W = 1900$, $\alpha = 48{,}1°$, $T = 21{,}2$ einsetzen, und erhalten für $g = 10$

$$U_0 = 1{,}32$$

der entsprechende Werth von $v_0 = 147$ m.

Setzen wir in dieselbe Formel die entsprechenden Werthe der obigen zweiten Beobachtungsreihe ein, so resultirt

$$U_0 = 1{,}32,$$

also dasselbe Resultat wie vorher, was für die Genauigkeit sowohl der Theorie als auch der Beobachtung sprechen dürfte.

Die Formel für U_0 richten wir für zwei verſchiedene Erhöhungen α und α', welche derſelben Wurfweite W entſprechen, wie folgt ein:

$$120) \qquad \begin{aligned} \tfrac{1}{2}\frac{U_0}{g}\sin\alpha &= \frac{v_0^2}{Wg}\sin 2\alpha - 1 \\ \tfrac{1}{2}\frac{U_0}{g}\sin\alpha, &= \frac{v_0^2}{Wg}\sin 2\alpha' - 1 \end{aligned}$$

und dividiren und transformiren ſie in den folgenden Ausdruck

$$W = \frac{2v_0^2}{g}\sin\alpha\sin\alpha'\operatorname{tg}\tfrac{1}{2}(\alpha+\alpha').$$

Dieſe Formel bezieht ſich alſo auf zwei korreſpondirende Elevationswinkel gleicher Schußweite.

Wir entnehmen dem Archiv ꝛc., 53. Jahrgang 96. Band Seite 8 folgende Beobachtungsdata:

v_0	α	W
215	38°	3800
"	49° 25′	"

wonach alſo für die Anfangsgeſchwindigkeit von 215 m ſowohl bei der Erhöhung $\alpha' = 38°$ als auch 49° 25′ dieſelbe Schußweite vorkommt. Hiernach iſt

$$W = 2\cdot\frac{215^2}{10}\sin 38°\sin 49°\,25'\operatorname{tg} 41°\,12{,}5'$$

$$W = 3786\text{ m},$$

welcher Werth nur um 14 m von dem wirklichen Werth abweicht.

Man bemerke, daß der obige Werth von W für $\alpha = \alpha'$ ſein Maximum erreicht. Vergl. 86).

Nicht ganz ſo günſtig ſtimmt die Rechnung mit den folgenden Erfahrungsreſultaten:

v_0	α	W
155	38° 25′	2200
"	47° 30′	"

Die Rechnung giebt

W 2047 ſtatt 2200 m.

Indem wir auf diese Differenz hinweisen, wollen wir hierzu bemerken, daß in der Ableitungsformel das Quadrat von v_o auftritt, und demzufolge geringe Unterschiede von v namentlich bei kleineren Werthen der Geschwindigkeiten immerhin erhebliche Veränderungen der Schußweiten hervorrufen. Erhöhen wir z. B. die vorliegende Geschwindigkeit von 155 m um 5 m, also auf 160 m, so ist die Schußweite fast = 2200 m.

Eine direkte Bestimmung von v_o läßt sich aus der Formel des Kriteriums herleiten, wenn man das v_o derselben aus ihr entwickelt. Man hat

$$121) \qquad v_o = \frac{1}{\sin\alpha\left(\frac{4}{gT} - \sqrt{\frac{2}{gW\,\mathrm{tg}\,\alpha}}\right)}.$$

Hierzu bedarf es also der durch die Beobachtung sehr scharf zu bestimmenden Größen von α, T und W, welche ebenfalls hinreichen, um auch U_o genau zu bestimmen.

Es würde sich empfehlen, für jedes v_o das korrespondirende U_o zu berechnen, und also U_o als Funktion von v_o in ein Koordinatensystem einzutragen, wodurch man eine Anschauung über den Verlauf und vielleicht auch über den Charakter der Kurve $U_o = f(v_o)$ erhalten würde.

Man kann hierzu u. A. die folgende Formel benutzen

$$122) \qquad \frac{U_o}{v_o} = \frac{3}{T} \cdot \frac{T - \sqrt{\frac{2W\,\mathrm{tg}\,\alpha}{g}}}{\sqrt{\frac{2W\,\mathrm{tg}\,\alpha}{g}} - \frac{1}{2}T},$$

welche durch Division von 118 und 121 entstanden ist.

Eliminirt man in letzterer Formel W tg α vermittelst der obigen Formel von v_o, so folgt

$$123) \qquad \frac{U_o}{v_o} = \frac{6}{T}\left(\frac{2v_o \sin\alpha}{gT} - 1\right),$$

welcher noch einfacher ist.

Hieraus ergiebt sich noch

$$124) \qquad v_o = \frac{gT}{4\sin\alpha}\left(1 + \sqrt{1 + \tfrac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha}\right).$$

Beide Formeln ergeben sich auch aus schon früher gefundenen.

Der häufig vorkommende Ausdruck $1 + \frac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha$ hat die Bedeutung:

$$125) \qquad \frac{\operatorname{tg}\beta}{\operatorname{tg}\alpha} = 1 + \frac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha$$

wie wir ebenfalls schon früher nachgewiesen. Der Fallwinkel wächst also mit α, U_o d. i. mit v_o.

Benutzen wir die schon früher entwickelten Formeln über das Abhängigkeitsverhältniß von v und U, indem wir W daraus eliminiren, so ergiebt sich

$$126) \qquad \frac{v}{v_o} = \frac{U}{U_o}\sqrt{\frac{\left(1 + \frac{k^2\cos\alpha^2}{(1 + k\sin\alpha)^2}\right)\left(1 + \frac{4}{3}\frac{U_o}{g}\sin\alpha\right)}{1 \pm \sqrt{1 + \left(1 + \frac{k^2\cos\alpha^2}{(1 + k\sin\alpha)^2}\right)\left(\left(\frac{4}{3}\frac{U}{g}\right)^2 - 1\right)}}}.$$

$$k = \frac{4}{3}\frac{U_o}{g}$$

Eine andere Relation folgt aus 27, wenn darin x, als Funktion von t eingesetzt wird:

$$127) \qquad \frac{U}{U_o} = \frac{v}{v_o}\,\frac{1}{1 + \frac{U_o}{3v_o}t}.$$

Führen wir den hieraus folgenden Werth von $\frac{v}{v_o}$ in den vorhergehenden Ausdruck ein und lösen nach U auf, so resultirt folgende Gleichung der Widerstandsbeschleunigung U als Funktion der Zeit:

$$128) \quad U = \tfrac{3}{4}g\sqrt{\frac{1 + 2k\sin\alpha + k^2}{\left(1 + \frac{U_o}{3v_o}t\right)^8} - 2\frac{1 + k\sin\alpha}{\left(1 + \frac{U_o}{3v_o}t\right)^4} + 1}$$

so ist z B.

$$129) \qquad \frac{U_e}{U_o} = \frac{\sqrt{\sin\alpha^2\,(1 + k\sin\alpha)^2 + \cos\alpha^2}}{(1 + k\sin\alpha)^2}.$$

Aus 127 folgt das eigenthümliche Widerstandsgesetz der hyperbolischen Bahn

$$U_o : U = v_o : \frac{v}{1 + \frac{U_o}{3v_o}t},$$

oder allgemeiner

$$130) \qquad U_t : U_{t_1} = \frac{v_t}{1 + \frac{U_o}{3v_o} t} : \frac{v_{t_1}}{1 + \frac{U_o}{3v_o} t_1}$$

Die Relation 127 kann auch so geschrieben werden:

$$131) \qquad \frac{v_o}{U_o} = \frac{v}{U} - \tfrac{1}{3} t.$$

Der Ausdruck $\frac{v}{U} - \frac{1}{3} t$ ist also für jeden Punkt der Bahn eine Konstante.

Im Allgemeinen fällt und steigt also U mit v.

Führt man in die vorstehende Gleichung den Werth von $\frac{v_o}{U_o}$ aus 123 ein, so folgt

$$132) \qquad \frac{v}{U} = \tfrac{1}{3} t + \tfrac{1}{3} \cdot \frac{T}{\frac{2v_o \sin \alpha}{gT} - 1}.$$

Das Minimum des Luftwiderstandes ist

$$133) \qquad U_{min} = \frac{U_o \cos \alpha}{\sqrt{1 + 2k \sin \alpha + k^2}},$$

und tritt ein bei

$$134) \qquad x_{min} = \frac{3v_o^2 \cos \alpha}{2U_o} \left(1 - \sqrt{\frac{1 + k \sin \alpha}{1 + 2k \sin \alpha + k^2}}\right).$$

Indem wir diesen Ausdruck mit dem unter 115 vergleichen, ersehen wir, daß das Minimum des Luftwiderstandes im Axial-Scheitelpunkt der Hyperbel, also im absteigenden Aste derselben, eintritt.

Da auch die Geschwindigkeit im absteigenden Aste der Bahn eintritt, so ist erklärlich, warum die Zeit der Bewegung im absteigenden Ast größer ist, als im aufsteigenden.

Im höchsten oder Scheitelpunkt der Bahn ist

$$135) \qquad U_s = \frac{U_o \cos \alpha}{1 + k \sin \alpha}$$

und in Verbindung mit 129)

$$U_s^2 = U_o U_s \cos \alpha \cos \beta.$$

Ferner ist U_s mit U_{min} durch folgende Relation verbunden:

$$136) \qquad \frac{1}{U_{min}^2} - \frac{1}{U_s^2} = \frac{1}{(\frac{3}{4} g)^2}.$$

Die Geschwindigkeit im Scheitelpunkt (Kulminationspunkt) ist

$$137) \qquad v_s = \frac{v_o \cos \alpha}{(1 + k \sin \alpha)^{3/4}}, \quad v_s^2 = v_o v_e \cos \alpha \cos \beta$$

und die Zeit bis dahin

$$138) \qquad t_s = \frac{3 v_o}{U_o} \left(\sqrt[4]{1 + k \sin \alpha} - 1 \right).$$

Das Verhältniß der Zeit t_e im absteigenden Ast zu der Zeit t_s im aufsteigenden ist

$$139) \qquad \frac{t_e}{t_s} = \sqrt[4]{1 + \frac{4}{3} \frac{U_o}{g} \sin \alpha}$$

$$\text{also } t_e > t_s.$$

Der Unterschied dieser Zeiten nimmt also mit α und U_o, d. i. mit v_o zu. Führt man noch tg β und tg α in die letzte Formel ein, so resultirt

$$140) \qquad \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} = \left(\frac{t_e}{t_s} \right)^4$$

oder es verhalten sich die Tangenten der Winkel zu Anfang und zu Ende der Bewegung wie die 4. Potenzen der Zeiten im auf- und im niedersteigenden Aste der Kurve.

X. Der Schuß in der Vertikalen.

Bevor wir die hierzu erforderlichen Bewegungsgleichungen aus unseren Formeln ableiten, wollen wir auf schon bekannte Methoden Bezug nehmen, welche diese Art der Bewegung auf anderem Wege und auf Grund anderer Widerstandsgesetze der Rechnung unterwerfen.

Der Widerstand der Luft wirke zunächst der ersten Potenz der Geschwindigkeit proportional, und es werde also gesetzt

$$U = fv.$$

Die Anfangsgeschwindigkeit sei v_0, die Steighöhe Y, die Steigzeit T_s, dann ist, wie man leicht findet:

$$fY = v_0 - \frac{g}{f} \ln \frac{g + f v_0}{g},$$

$$fT_s = \ln\left(1 + \frac{f v_0}{g}\right),$$

$$\text{also} \quad fY = v_0 - gT_s.$$

Ebenso erhält man für die absteigende Bewegung, wenn v_e die Endgeschwindigkeit und T_e die Fallzeit ist:

$$fY = -\frac{g}{f} \ln\left(1 - \frac{f}{g} v_e\right) - v_e,$$

$$fT_e = -\ln\left(1 - \frac{f}{g} v_e\right),$$

$$\text{also} \quad fY = gT_e - v_e.$$

$$v_0 + v_e = gT.$$

Diese Formeln sind leicht abzuleiten.

Wir wählen $v_0 = 300$ m, $f = \frac{1}{9}$, dann ist

$$Y = 2340 \text{ m}, \quad T_s = 18{,}3^s, \quad T_e = 26{,}4^s, \quad T = 44{,}7^s$$
$$v_e = 147 \text{ m}, \quad U_0 = 15 \text{ m}.$$

Wird der Widerstand kleiner, etwa $f = \frac{1}{12}$, gewählt, so ist

$$Y = 2575, \quad T_s = 19{,}7^s, \quad T_e = 26{,}7, \quad T = 46{,}4^s$$
$$v_e = 164 \text{ m}, \quad U_0 = 12.$$

Etwas anders gestalten sich die Formeln, wenn man das quadratische Widerstandsgesetz zu Grunde legt. Nach Schell, „Theorie der Bewegung und der Kräfte", hat man für $U = \frac{g}{k^2} v^2$:

$$T_s = \frac{k}{g} \operatorname{arc\,tg} \frac{v_0}{k}, \quad T_e = \frac{k}{g} \ln \frac{v_0 + \sqrt{v_0^2 + k^2}}{k},$$

$$Y = \frac{k^2}{g} \ln \frac{k^2 + v_0^2}{k^2}, \quad \frac{v_e}{v_0} = \frac{k}{\sqrt{v_0^2 + k^2}},$$

demnach für $v_0 = 300$, $k = 225$, $g = 10$,

$$Y = 2586, \quad T_s = 20{,}87^s, \quad T_e = 24{,}72^s, \quad T = 45{,}59^s$$
$$v_e = 180 \text{ m}, \quad U_0 = 17{,}77 \text{ m}.$$

Indem wir jetzt unsere Formeln auf die vertikale (asymptotische) Bewegung anwenden, haben wir in den entwickelten Gleichungen nur $\alpha = 90°$ zu setzen, und man gewinnt folgende Relationen:

$$141) \qquad \frac{v}{v_0} = \frac{U}{U_0} \sqrt[4]{\frac{1 + \frac{1}{2}\frac{U_0}{g}}{1 \pm \frac{1}{2}\frac{U}{g}}},$$

und zwar gilt das obere Zeichen für die aufsteigende, das untere für die absteigende Bewegung.

Die Steigezeit folgt aus

$$142) \qquad t_s = \frac{3v_0}{U_0}\left(\sqrt[4]{1 + \tfrac{1}{2}\frac{U_0}{g}} - 1\right).$$

Die volle Zeit der Bewegung dagegen ist

$$143) \qquad T = \frac{3v_0}{U_0}\left(\sqrt[4]{1 + \tfrac{1}{2}\frac{U_0}{g}} - 1\right).$$

Das Verhältniß der Steigezeit zur Fallzeit ergiebt sich aus

$$144) \qquad \frac{t_s}{t_e} = \frac{1}{\sqrt[4]{1 + \frac{1}{2}\frac{U_0}{g}}}.$$

Die Steighöhe ist

$$145) \qquad Y = \frac{gT^2}{8}.$$

Die Endgeschwindigkeit

$$146) \qquad v_e = \frac{v_0}{\sqrt{1 + \frac{1}{2}\frac{U_0}{g}}} \text{ oder } v_e = \frac{1}{\frac{4}{gT} - \frac{1}{v_0}}.$$

Die als Funktion der Zeit dargestellte Höhe y ist

$$147) \qquad y = \tfrac{1}{2}\frac{v_0^2}{U_0}\left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{U_0}{3v_0}t\right)^2}\right) - \tfrac{1}{2}g\frac{v_0^2}{U_0^2}\left(1 + \frac{U_0 t}{3v_0} - \frac{1}{1 + \frac{U_0 t}{3v_0}}\right)^2.$$

Die Formel für die Geschwindigkeit ist

$$148) \quad \frac{v}{v_0} = \tfrac{1}{2}\frac{g}{U_0}\left(1 + \frac{U_0}{3v_0}t\right)\left(\frac{1 + \frac{1}{2}\frac{U_0}{g}}{\left(1 + \frac{U_0 t}{3v_0}\right)^4} - 1\right).$$

Ferner leitet man noch leicht folgende Gleichungen ab:

$$\frac{U_0}{U_0} = \frac{1}{\left(\frac{4v_0}{gT} - 1\right)^2},$$

$$\frac{v_0}{U_0} = \frac{v}{U} - \tfrac{1}{2}t,$$

$$149) \quad U_0 = \tfrac{1}{2}g\left(\left(\frac{4v_0}{gT} - 1\right)^2 - 1\right),$$

$$\text{oder } U_0 = \frac{6v_0}{T}\left(\frac{2v_0}{gT} - 1\right),$$

$$U_0 : U_0 = v_0^2 : v_0^2.$$

Die Widerstandsbeschleunigungen der Luft zu Anfang und zu Ende der Bewegung verhalten sich also wie die Quadrate der bezüglichen Geschwindigkeiten.

Es sei

$v_0 = 300$ m, $U_0 = 12{,}43$ m, so ist
$t_2 = 17{,}4^s$, $t_0 = 28{,}2$, $T = 45{,}6^s$,
$v_0 = 184$ m, $Y = 2598$ m.

Ist dagegen für

$v_0 = 300$, $U_0 = 10$, so folgt
$t_2 = 21{,}2$, $t_0 = 26{,}2$, $T = 47{,}4$,
$v_0 = 196$, $Y = 2812$ m,

welche Werthe eine Vergleichung mit den vorhergehenden Rechnungsresultaten gestatten.

Man sieht, daß diese Rechnungsresultate selbst im extremen Falle der vertikalen Bewegung eine hinlängliche Uebereinstimmung mit denjenigen der erstgenannten Methoden haben, und dieselben also immerhin gleiches Vertrauen wie jene in Anspruch nehmen können.

Die Gleichung zwischen v und U ist leicht auf folgende Form zu bringen:

$$150) \qquad U^4 = \left(\frac{U_0 v}{v_0}\right)^4 \frac{1 \pm \frac{4}{3}\frac{U}{g}}{1 + \frac{4}{3}\frac{U_0}{g}}$$

und ist in Bezug auf U vom 4. Grade. Da bei dieser biquadratischen Gleichung das zweite und dritte Glied fehlt, so kann sie nach der Ampèreschen Methode leicht aufgelöst werden, indem die Resolvente 3. Grades die betreffende Wurzel nach der Cardanischen Formel darstellen läßt. Führt man die Rechnung, die wir hier übergehen, aus, so erhält man schließlich einen sehr zusammengesetzten Wurzelausdruck für U als Funktion von v.

XI. Der freie Fall.

Von Interesse ist es noch, die Bewegungsgleichungen für den freien Fall abzuleiten.

In der allgemeinen Gleichung für y als Funktion von t setzen wir $t = t_0 + \tau$, wo τ also die Fallzeit bedeutet. Indem wir die entsprechende Fallhöhe mit y' bezeichnen, also $y = Y - y'$ setzen, erhalten wir wegen

$$151) \qquad Y = \frac{g}{8} T^2 = \frac{9g}{8} \frac{v_0^2}{U_0^2} \left(\sqrt{1+k} - 1\right)^2,$$

und für

$$t = t_0 + \tau = \frac{3v_0}{U_0} \left(\sqrt[4]{1+k} - 1\right) + \tau$$

nach einigen Entwickelungen

$$y' = \frac{9}{8} g \frac{v_0^2}{U_0^2} \left(\frac{U_0}{3v_0}\tau + \sqrt[4]{1+k} - \frac{\sqrt{1+k}}{\frac{U_0}{3v_0}\tau + \sqrt[4]{1+k}}\right)^2,$$

oder wenn wir y statt y' und t statt τ setzen, nach einigen Reduktionen als Fallhöhe

$$152) \qquad y = \tfrac{1}{2} g t^2 \left(\frac{1 + \frac{1}{2}\frac{U_0}{v_0\sqrt[4]{1+k}}t}{1 + \frac{U_0}{v_0\sqrt[4]{1+k}}t}\right)^2,$$

oder einfacher, wenn eingeführt wird

$$C = \frac{U_0}{v_0 \sqrt[4]{1+k}}$$

153) $$y = \tfrac{1}{2} g t^2 \left(\frac{1 + \tfrac{1}{2} Ct}{1 + Ct}\right)^2.$$

Die Fallhöhe ist also kleiner als die im leeren Raume.

Die obige Konstante steht in Beziehung zu der Formel

154) $$\frac{U_0}{v_0 \sqrt[4]{1+k}} = \frac{U}{v \sqrt{1 - \tfrac{1}{2}\frac{U}{g}}}.$$

Hat man auf Grund verschiedener Fallversuche die betreffenden Werthe der Fallhöhe y und Fallzeit t ermittelt, so ist C leicht zu berechnen, und es ist dann zu entscheiden, ob alsdann C für alle Fallhöhen gleichen Werth behält.

Die Geschwindigkeit erhält man durch Differentiation der Gleichung für y

155) $$v = \sqrt{2gy}\left(1 - Ct \frac{(1 + \tfrac{1}{2} Ct)}{(1 + Ct)^2}\right).$$

Eliminirt man aus beiden C, so folgt

156) $$v = \sqrt{2gy}\left(1 - \frac{2}{t}\sqrt{\frac{2y}{g}} + \frac{4y}{gt^2}\right)$$

welcher Ausdruck für alle Werthe von $U = 0$ an gültig ist.

Es wäre zu wünschen, wenn die vorstehenden Formeln durch Versuche geprüft würden.

XII. Die von g unabhängige Bewegung.

Wir schließen die Theorie mit der Bestimmung der Gleichungen für den Fall, daß eine Acceleration, wie die der Schwere, auf den Körper nicht einwirke. Derselbe wird also lediglich von dem Widerstande des Mittels beeinflußt. Die Bewegung desselben wird also eine geradlinige und verzögerte sein. Für diesen einfachsten Fall läßt sich das Widerstandsgesetz ohne Schwierigkeit aufstellen.

In den betreffenden Formeln für y, v ꝛc. ist also g = Null zu setzen, und man findet

$$y = \frac{2}{3}\frac{v_o^2}{U_o}\left(1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{U_o}{3v_o}t\right)^3}\right),$$

157)
$$\frac{v}{v_o} = \frac{1}{\left(1 + \frac{U_o}{3v_o}t\right)^3},$$

$$\frac{v}{v_o} = \frac{U}{U_o}\sqrt[4]{\frac{U_o}{U}}.$$

Vereinfacht geben diese Gleichungen folgende Ausdrücke:

158)
$$y = v_o t \cdot \frac{1 + \frac{1}{3}\frac{U_o}{v_o}t}{\left(1 + \frac{1}{3}\frac{U_o}{v_o}t\right)^2},$$

woraus zunächst durch Differentiation der obige Werth von v folgt. Wird dann noch v differentirt, um die Beschleunigung U des Widerstandes zu finden, so ergiebt sich

159)
$$\frac{U}{U_o} = \left(\frac{v}{v_o}\right)^{\frac{4}{3}},$$

was ebenfalls mit dem obigen Werth übereinstimmt.

Hiernach ist die Widerstandsbeschleunigung des Mittels der $\frac{4}{3}$ Potenz der Geschwindigkeit proportional.

Indem wir die Theorie hiermit vorläufig abschließen, möchten wir noch den Wunsch aussprechen, daß die sich dafür interessirenden Fachmänner, Gelehrte sowohl wie Praktiker, die darin entwickelten Formeln und Sätze in Bezug auf ihre Brauchbarkeit und Anwendung an der Hand der Erfahrung prüfen und die Resultate derselben im „Archiv ꝛc." mittheilen möchten, um endgültig feststellen zu können, in wie weit die vorgetragene Methode Vertrauen verdient oder nicht.

X.

Vom österreichischen Genieweſen; Stab und Truppe.

Vorbemerkung der Redaktion.

Was bei uns an technischen Truppen beſteht, hat eine Sonderung erfahren, die — noch nicht ſehr alt iſt; die auch der Eine und der Andere nicht verſteht und deshalb laut oder ſtill... nicht nach ſeinem Geſchmack findet; die wir aber ſelbſtredend, weil ſie angeordnet iſt, hier nicht kritiſiren, ſondern an die wir nur anknüpfen wollen.

Jedenfalls ſind unſere Pioniere, die in ihrer Geſammtheit das Pionierkorps bilden und mit dem Ingenieurkorps ſowie mit unſeren Feſtungen derſelben höchſten Befehlsſtelle unterſtellt ſind, jetzt nicht mehr allein techniſche Truppe. Sie waren es früher; zunächſt auch noch nach der Stiftung des neuen Elementes der Eiſenbahntruppe. Wie bei uns, iſt Letztere auch in der öſterreichiſch-ungariſchen Armee bekanntlich abgezweigt und dem großen Generalſtabe unterſtellt.

Unſere Pioniere vereinigen aber nach wie vor diejenigen verſchiedenartigen Dienſtzweige, die bisher in Oeſterreich in Genietruppe und Pioniere geſchieden waren. Wie bei uns das „Ingenieurkorps", war in Oeſterreich der „Genieſtab" (gleich dem Generalſtabe beider Armeen) ein Offizierkorps, das nicht nothwendig mit Truppen organiſch verbunden war.

Neuerdings iſt die Aehnlichkeit der bezüglichen Heereseinrichtungen hüben und drüben noch vollſtändiger geworden.

Das wird den meiſten Leſern nichts Neues ſein.

Zur Auffriſchung des Gedächtniſſes wiederholen wir aber eine der Mittheilungen, wie ſie im Herbſt die Tageszeitungen brachten:

Pest, 13. Oktober. In der heutigen Sitzung des Heeresausschusses der ungarischen Delegation legte der Reichs-Kriegsminister v. Bauer sehr eingehend die beabsichtigte Reorganisation der technischen Truppe dar, welche darin gipfelt, den Zusammenhalt zwischen der technischen Truppe und den anderen Waffengattungen im Rahmen des Territorialsystems zu festigen. Die Genietruppe geht in die Pioniertruppe auf, welche aus 75 Kompagnien besteht. Je fünf Kompagnien bilden ein Bataillon; von diesen fünf Kompagnien sind vier für den Felddienst und eine für den Festungsdienst bestimmt. An der Spitze der Pioniertruppe steht ein General-Pionierinspektor, der dem Generalstabschef nicht untersteht, während die Unterstellung des Eisenbahn-Regiments unter den Generalstabschef bestehen bleiben soll. Der Minister erläuterte eingehend die Organisation des Geniestabes und betonte die Nothwendigkeit der Entlastung der Offiziere des Geniestabes von untergeordneten Verrichtungen, welche auf die Militäringenieure und die Baubeamten übergehen sollen. Die Kosten der Organisation werden im Ordinarium 500000 fl. und im Extraordinarum 1800000 fl. betragen, welche nach und nach bis zum Jahre 1897 einzufordern sein werden. Der Ausschuß genehmigte hierauf die Umwandlung zweier Genie-Bataillone in Pionier-Bataillone.

Zu derselben Zeit gingen bei uns zwei Aktenstücke zu diesem sehr interessanten Prozesse ein:

Von Seiten des Verfassers die „Studie" des Generals Killiches in Graz, die sich mit der — gewünschten, beziehungsweise gefürchteten — Zukunft des Geniewesens in Oesterreich-Ungarn beschäftigt, und:

Von Seiten eines jenseits der schwarzgelben Grenzpfähle gleichfalls Heimischen: Beiträge zur Geschichte der technischen Truppen der österreichischen Armee.

Beides erschien uns als durchaus geeignet, in unserer Zeitschrift — Letzteres einfach aufgenommen, Ersteres eingehend besprochen zu werden.

Das Natürlichste und Logische wäre gewesen, in der Veröffentlichung die Ordnung des Einganges umzukehren, aber da bei dem Umfange beider Arbeiten der Rahmen unserer Zeitschrift gleichzeitiges Erscheinen nicht gestattete, so glaubten wir das Historische hinter dem Aktuellen zurückstehen lassen zu müssen.

Eine aus der großen Hauptfrage sich entwickelnde Neben-Verlegenheit ist im vorliegenden Hefte unter der Rubrik „Kleine Mittheilungen" von kundiger Hand gezeichnet.

Zunächst also die „Studie" von Killiches.

Der volle Titel lautet:

> Studie über eine kriegsgemäße Lösung unserer technischen Armeefrage (Festungswesen, technischer Dienst im Felde und Friedensbaudienst) von V. Killiches, k. und k. unangestellter Titular-Generalmajor. Graz. Verlag von Hans Wagner. 1892.

Mannigfach sind die Faktoren, die in ihrer Wechselwirkung für den Erfolg im Kriege mitbestimmend sind. Die Kriegstüchtigkeit eines Heeres ist einer der wichtigsten und hat deshalb eine ihrer sichersten Vorbedingungen, die gute Organisation der Armee, große Bedeutung von Alters her gehabt. In ihren Grundzügen wie das Wesen des Krieges unveränderlich, muß sie in ihren Formen, wie alles Menschenwerk, dem ewigen Wechsel unterworfen sein. Die ganze Entwickelung der Organisation eines Heeres beruht heute auf dem Grundsatze, sich von seinem künftigen Gegner sowohl der Zahl als auch der Güte nach nicht überholen zu lassen, es ihm womöglich zuvorzuthun. Daher die verhältnißmäßig geringe Stetigkeit der modernen militärischen Einrichtungen.

Den zeitlich zweckmäßigsten, d. h. kriegsgemäßen Ausdruck einer Heeresverfassung zu finden, ist die bedeutungsvolle, aber sehr verwickelte Friedensaufgabe jeder obersten Heeresleitung. Sie schließt nicht nur strategische politische Erwägungen höchsten Grades in sich, sondern hat ebenso der Geschichte des Heeres wie gleichzeitig den nationalen Sonderheiten und namentlich auch den Budgetverhältnissen eines Staates gebührend Rechnung zu tragen.

Besonders schwierig stellt sich heute diese Lösung bezüglich der technischen Waffen infolge der Eigenthümlichkeit und Vielseitigkeit, sowie der gewachsenen Bedeutung der Bestimmung derselben, indem sie zu einer die Leistungen der Feldarmee sehr beeinflussenden Rolle berufen sein dürften. Schon in der Mobilmachungszeit und in den ersten Tagen des Krieges werden Befestigungen und der Kampf dagegen von größter Wichtigkeit werden, wie unter anderen Verdys „Studien über den Krieg" dies lehrreich darthun.

Dies ist auch allgemein anerkannt, und sind Vorbereitungen materieller Art wohl in allen Staaten in dieser Hinsicht getroffen. Anders verhält sich dies in personeller Beziehung. Hier sind die organisatorischen Grundgedanken noch nicht zum Durchbruch gelangt und befindet sich Alles noch im Anfangsstadium. Da aber bei der allgemeinen politisch-militärischen Unsicherheit der schnelle Eintritt einer europäischen Verwickelung möglich ist, so darf die Organisationsfrage der technischen Waffen für alle Heere, nicht zuletzt für das unsrige, eine unaufschiebbare, ja brennende genannt werden.

In Erkenntniß dieser Sachlage hat das österreichische kaiserliche und königliche Reichs-Kriegsministerium, das schon seit einigen Jahren erhebliche Anstrengungen zur Erhöhung der Wehrkraft des Vaterlandes macht, im Einverständniß mit dem Generalstabe, aber entgegen den Bestrebungen des früheren General-Genieinspektors, und nach längeren Kammerdebatten eine Reform der Genie- und Pionierwaffe unternommen. Dieser Versuch darf um so mehr unser lebhaftes Interesse erregen, als man in Oesterreich die Lösung im Wesentlichen in einer Annäherung an unsere deutschen Verhältnisse gefunden zu haben glaubt.

Den Erfolg der österreichischen Reorganisation wird die Erfahrung lehren, und steht besonders dem Angehörigen einer fremden Armee schon wegen mangelnder Kenntniß aller einschlagenden Verhältnisse eine Kritik nicht zu. Um so lehrreicher möchte es aber für uns sein, die wir in absehbarer Zeit gleichfalls vor einer Reform stehen dürften, das Für und Wider zu vernehmen, das lebhaft im österreichischen Lager erörtert wird.

Die oben genannte Studie eines reicherfahrenen, hochgebildeten Fachmannes, der mit warmem Herzen an seiner schönen Waffe hängt, gehört zu den Beiträgen, die auf das Entschiedenste die Zweckmäßigkeit der Reform, wie sie das Ministerium angebahnt, verneinen, die ebenso entschieden aber das Bedürfniß zu einer solchen anerkennen und eingehende Vorschläge machen, wie die Neuorganisation der technischen Waffen zu gestalten sei.

Wir müssen uns aus den angeführten Gründen und bei dem Umfange der gedankenreichen Arbeit (216 Seiten!), die studirt sein will, darauf beschränken, auf die wichtigsten Punkte derselben hinzuweisen. Es soll dies etwas ausführlicher, als

sonst in dieser Zeitschrift üblich, geschehen, denn wir sind der Ueberzeugung, daß gerade für unsere Leser durch Hineinsehen in diesen Spiegel fremder Verhältnisse sich auch das Urtheil über die eigenen klären wird. Dies aber wäre ein sehr großer Nutzen.

Bekanntlich gab es bei unseren Verbündeten bisher keine einheitliche technische Truppe. Sie hatten eine Genie-waffe, bestehend aus dem Geniestabe und zwei Regimentern Genietruppen, sowie ein Pionier- und ein Eisenbahn- und Telegraphen-Regiment.

Die Ressortverhältnisse waren sehr verwickelt und ungünstig dadurch, daß die gemeinsame Spitze diesen Formationen fehlte. Der Geniestab war dem General-Genieinspektor in jeder Beziehung, die Genietruppen dagegen nur in wissenschaftlich-technischer unterstellt, während sie in militärischer unter den bezüglichen Infanterie-Divisions- und Brigadekommandanten standen.

Das Pionier- und das Eisenbahn- und Telegraphen-Regiment waren in allen Beziehungen von dem Chef des Generalstabes der Armee abhängig.

Im Kriege war die Eintheilung von Genie- und Pioniertruppen ähnlich wie bei uns, nur standen die einzelnen Kompagnien unmittelbar unter den Generalkommandos, nicht unter den Divisionen.

Geniestab und Genietruppen hatten im Frieden wesentlich verschiedene Bestimmung. Das Offizierkorps war jedoch insofern ein einheitliches, als die Berufsoffiziere der Genietruppen sich grundsätzlich aus der Genieabtheilung der technischen Militärakademie, jene des Geniestabes aus den besten Hauptleuten der Genietruppe ergänzten: durch einen Wechsel in der ferneren Dienstbestimmung sollte eine nachtheilige Entfremdung in der einen oder anderen Richtung vermieden werden. Der Offizier mußte also im Allgemeinen wie bei uns für Verwendung sowohl in der Truppe als im Stabe die erforderliche Eignung besitzen.

Die Berufsoffiziere für das Pionier-Regiment gingen aus der technischen Militärakademie und aus den Kadetten des Regiments hervor, welche ihre Ausbildung in der Pionier-Kadettenschule erhalten hatten.

Die Ergänzung der Berufsoffiziere des Eisenbahn- und Telegraphen-Regiments erfolgte aus den Offizieren der Geniewaffe und des Pionier-Regiments; außerdem konnten auch Zöglinge des letzten Jahrganges der technischen Militärakademie bei ihrem Eintritt in das Heer dem erstgenannten Regiment zugetheilt werden.

Der Genieſtab hatte im Frieden hauptsächlich den Festungsbaudienst zu leiten, ferner die Prüfung der durch Civiltechniker herzustellenden Entwürfe für Garnisonbauten, sowie die Ueberwachung ihrer Ausführung — also nicht den Bau — durch die Gemeinden. Uebungen im Straßen- und Brückenbau kamen nur ausnahmsweise vor. Er entsprach daher — wenn man von der Garnisonbauthätigkeit absieht — im Wesentlichen unserem Ingenieur-Offizierkorps.

43 Geniedirektionen hatten etwa den Wirkungskreis unserer Fortifikationen, und als Zwischenglied zwischen ihnen und dem Reichs-Kriegsministerium gab es bei jedem Korpskommando einen Geniechef mit je einem zugetheilten Offizier.

Der Stab hatte außerdem im Frieden die Besetzung der beiden Genie-Regimentskommandanten und der Professoren an höheren Militär-Lehranstalten.

Im Kriege bildete der Genieſtab den wichtigen Beirath der höheren Kommandobehörden, ein Mittelglied in der Befehlsgebung zwischen diesen und den Genie- und Pioniertruppen in allen militärisch-fortifikatorischen Fragen (Befestigungen von Schlachtfeldern, Festungskrieg 2c.), sowie in rein technischen Angelegenheiten (hauptsächlich für die rückwärtigen Verbindungen der Armee).

Es bestand also fast ganz wie bei uns ein Widerſpruch zwischen Friedens- und Kriegsthätigkeit.

Die Genietruppe (2 Regimenter zu je 5 Bataillonen von je 4 Kompagnien, 2 Reserve-Kompagnien, 1 Ersatz-Bataillon zu 5 Kompagnien) — im Wesentlichen ein Werk des bekannten Generals Heß — hatte im Frieden die Vorbildung auf die Aufgaben des Krieges, welche sich auf die Feldbefestigung und hauptsächlich auf den Festungskrieg beziehen. Daher waren ihnen auch 15 Schanzzeugkolonnen und ein Genie-Hauptpark (etwa das, was wir unter Ingenieur-Belagerungstrain verstehen) zugetheilt. Ihre Friedensthätigkeit beruhte daher auf einem nicht anfechtbaren Grundsatz: Sie übten, was der Krieg fordern konnte.

Das Pionier-Regiment (zu 5 Bataillonen von je 4 Kompagnien, 1 Reserve- und 1 Ersatz-Kompagnie, sowie 5 Zeugreserven) hatte mit der Genietruppe die Uebungen in der Feldbefestigung gemein, während seine Hauptthätigkeit in größeren Brückenschlägen bestand. Auch hier ist an der Friedensthätigkeit nichts auszusetzen.

Beide, Genie und Pioniere, waren überdies als Hülfskräfte zu gemeinsamer Verwendung bei Arbeiten rein technischer Art mit dem Eisenbahn- und Telegraphen-Regiment bestimmt.

So ergiebt sich, daß zwei Waffen die Thätigkeit unserer Pioniere ausübten, wobei auffallenderweise für den Festungskrieg mehr Kräfte verfügbar waren als für den Feldkrieg, besonders auch fehlte es an genügender Zahl ausgebildeter Truppen für größere Brückenschläge. Diese Organisation litt, wie einleuchten dürfte, Mangel an Uebersichtlichkeit, Einfachheit und Zweckmäßigkeit, Letzteres besonders hinsichtlich des Geniestabes. Die Friedensthätigkeit des Letzteren war, wie schon hervorgehoben, keine für den Kriegsdienst genügend vorbereitende. Wie General Killiches schildert, war sie zu einem fast verschwindenden Theile, nämlich nur bezüglich der Entwurfsbearbeitung permanenter Befestigungen, und selbst hier nur bis zu einem bestimmten Grade, militärischer Natur. Im Uebrigen war die Mehrheit der Offiziere überlastet mit einem den Kriegsaufgaben ganz heterogenen und dem militärischen Geiste widerstrebenden Baudetaildienst, der meist nur die Bedürfnisse des Friedens im Auge hatte. Wegen chronischen Geldmangels war aber auch diese Thätigkeit eine so unbedeutende, daß ein förmlicher Stillstand und damit das Fehlen der Gelegenheit zur Erwerbung einer Baupraxis eingetreten war. So ergab sich eine Zeit- und Kraftverschwendung für Dinge, die mit dem eigentlichen Kriegszweck wenig zu thun hatten und in denen wegen öfteren Wechsels infolge Kommandos zur Truppe auch nicht einmal Vollendung erreicht wurde. Die Möglichkeit, sich durch theoretische und praktische Schulung den für militärische Verhältnisse nothwendigen richtigen Blick zu erwerben, fehlte vollkommen. Den von der Plage der Baudetails ermüdeten Beamtenoffizieren wird die Heranziehung zu größeren militärischen Arbeiten, wie taktischen Aufgaben, Kriegsspiel u. dergl., zu einer Ueberanstrengung, welche das anfänglich freudige Gefühl für endlich vorkommende, dem wahren Beruf entsprechende Arbeiten

wesentlich abzudämpfen geeignet waren. Sämmtliche Generale standen dem Waffendienst ganz fern. Bei Heranziehung der Genieoffiziere zu Felddienstübungen und Manövern empfanden besonders die höheren und höchstgestellten sehr oft, daß sie der zur zweckmäßigen Lösung ihrer Aufgabe nothwendigen taktischen Grundlage und Voraussetzung entbehrten, und daß die Uebungen bei der Kürze der Zeit, in der sich die Gefechtsmomente unnatürlich abspielten, und der Knappheit der Geldmittel die Anwendung anderer als von Infanterie anzulegender flüchtiger Feldbefestigungen ausschlossen. Aus Allem folgte aber logisch, daß die Theilnahme von höheren Genieoffizieren an solchen Uebungen für die Armee wenig fruchtbringend war und daher von den höheren Truppenführern vielfach als eine Last empfunden wurde.

Hierzu kamen Nachtheile in den Beförderungsverhältnissen. Das Verhältniß der Generale zu den Obersten im Geniestabe war wie 1 : 3, es konnte also nur ein Drittel der Obersten zu Generalen befördert werden. Von diesem Drittel wurden im Stabe selbst nur die durch rein technisches Wissen besonders geeignet erscheinenden Spezialisten bevorzugt, die wie etwa Professoren oder Komiteemitglieder zur Erwerbung eines solchen Wissens besonders Gelegenheit gehabt hatten. So mußten zwei Drittel oft, namentlich in rein militärischen Dingen, vorzüglich befähigter Offiziere, von wenigen Ausnahmen abgesehen, ihren Abschied erbitten.*) Denn zur Brigadeführung konnten der Natur der Sache nach höchstens noch die beiden Regimentskommandanten der Genietruppen geeignet erscheinen. Auch bleibt nach der Beförderungsvorschrift ein Oberst im Geniestabe, der zum General in der Armee heran war, so lange Oberst, bis eine Generalsstellung in der Geniewaffe frei ist — er wird also von Offizieren anderer Waffen gegebenenfalls übersprungen — während er andererseits nicht etwa, wenn er in der Geniewaffe einen Generalsposten erhält, ohne in der Armee zum General heran zu sein, zu dieser Charge befördert wird, sondern natürlich warten muß, bis sämmtliche Vorderleute im Heere Generale werden.

---

*) Der Leser wird hiernach darüber orientirt sein, was die nicht eben kurze aber gleichwohl für den Fernstehenden dunkle Standesbezeichnung besagt: „k. und k. unangestellter Titular-Generalmajor".

So wurden gerade die hervorragendsten Männer der Waffe durch die alte Organisation am härtesten betroffen, was natürlich das Ansehen des Geniestabes schädigte, welcher — immer nach der vielleicht etwas düsteren Schilderung des Herrn Verfassers — als eine Baukaste, ein Beamtenkörper, ja vielfach aus Unkenntniß als Offizierkorps zweiter Klasse betrachtet wurde — gewiß ein unlösbarer Widerspruch mit der wahren Bedeutung dieses Offizierkorps im Kriege.

Durch so unbefriedigende Thätigkeit und Zurücksetzung mußte Mißvergnügen erweckt werden. So mancher Offizier, der als Jüngling mit ausgesprochener Vorliebe für den Soldatenstand und dem festen Willen, einen höheren militärischen Ehrgeiz zu befriedigen, eingetreten war, ohne bei seinem Eintritt ahnen zu können, daß die Erreichung der höchsten Dienststellung von einer Geschicklichkeit im „Baufache" abhing, also von einer Beschäftigung, in der Vollendung nur durch möglichste Fernhaltung vom Waffendienste zu erreichen ist, wurde schwer enttäuscht.

Um die traurige Lage des Geniestabes recht schlagend zu kennzeichnen, führt der Verfasser den nahe liegenden Vergleich mit dem Generalstabe durch, der im Felde so innige Berührung mit Ersterem hat. Obgleich die Offiziere beider Stäbe von Hause aus als geistig und praktisch gleichwerthig betrachtet werden können — da der erfolgreiche Besuch der Kriegsschule (gleich unserer Kriegsakademie) kaum mit größeren Anforderungen verbunden sein dürfte, wie des höheren Geniestabes —, ist die weitere Fortbildung die entgegengesetzte. Der die ganze Friedensausbildung des Generalstabes beherrschende Gedanke ist die zielbewußte und energische Erziehung seiner Offiziere für den Feldkrieg und der durch abwechselnde Dienstleistungen stets rege erhaltene Verkehr mit den Truppen, die Gewährung der Möglichkeit eigener kriegsgemäßer Fortbildung. Bei dem Geniestabe hingegen handelt es sich, wenigstens was die Mehrzahl der Offiziere betrifft, um Vorbereitung und Ausnutzung derselben zu einer im Felde kaum verwerthbaren, nur anderen Staatsinteressen dienenden und die eigene Fortbildung nicht fördernden Arbeit.

Aber nicht nur der Einzelne und die Waffe, nein, die Armee selbst litt schließlich darunter, denn sie mußte durch die Unzulänglichkeit in der Befriedigung ihrer technischen Bedürfnisse stark beeinträchtigt werden.

Oft schon hat dies auch die Militärverwaltung erkannt und zeitweise die Nothwendigkeit von Verbesserungen gefühlt, wie die Reformversuche von 1869, 1876, 1882 und 1885 lehren, die aber an dem Wesen nichts geändert haben. Die Organisation des Stabes war bis vor Kurzem in der Hauptsache noch dieselbe wie im Anfange dieses Jahrhunderts.

Die neue Reform vom Herbste vorigen Jahres*) löst nun den technisch selbstständigen Geniestab auf, verwandelt ihn in einen dem Generalstabe zugewiesenen Bauorganismus, die künftigen „Offiziere der Fortifikation". Dieselben sollen den „Fortifikationsdienst" versehen, sind also zum Entwurf und zur baulichen Herstellung von modernen Festungen, zur Mitwirkung beim Angriff und bei der Vertheidigung derselben 2c. berufen. Sie werden von dem militärischen Nutz- (Hoch-)bau entlastet, welcher „Ingenieuren", einem zunächst aus früheren Offizieren des Geniestabes (?) gebildeten Beamtenkorps übertragen wird. Diese haben den reinen Baudienst bei den Geniedirektionen zu versehen, werden jedoch wieder von allen Administrationsgeschäften befreit, welche durch Schaffung ständiger „Administratoren" und Bauwerkmeister nach Bedarf und Besetzung dieser Stellen mit früheren (?) Genieoffizieren und Baubeamten erledigt werden sollen. Die Durchführung dieser Aenderungen soll vom Januar 1894 an erfolgen und 1897 beendet sein.

Die Grundzüge der Reform bezüglich der technischen Truppen sind folgende:

a) Vereinigung der 10 Bataillone Genie mit den 5 Bataillonen Pionieren in eine einzige, aus 15 „Pionier"-Bataillonen bestehende, einheitliche technische Truppe, in welcher also jeder einzelne in allen jenen, bisher von beiden Truppenkörpern zusammen versehenen technisch-militärischen Dienstleistungen zu Lande und zu Wasser auszubilden ist, mit Ausnahme der besonderen Verhältnisse (Sappiren und Miniren) des Festungskrieges. Für Letztere sollen

b) jedem der 15 Bataillone eine im Frieden en cadre gesetzte Ersatz-Kompagnie beigegeben werden, aus welch letzterer im Kriege die besonders zur Versehung dieses Dienstes erforderlichen Kompagnien gebildet werden.

*) Vergl. die Fußnote zu den Einleitungsworten vom Artikel I.

Das Bataillon besteht demnach aus 1 Stabe, 5 Kompagnien, 1 Zeugreserve, 1 Ersatz-Kompagniekadre und 4 Kriegs-Brückenequipagen.

c) Zutheilung je eines der genannten, aus den Regimentsverbänden ausgeschiedenen, selbstständigen 15 technischen Bataillone zu jedem der 15 Korps auch schon im Frieden, daher auch thunlichst Dislozirung je eines derselben in jedem Korpsbereiche, aus dem dasselbe sich territorial ergänzt.

d) Unterstellung der ganzen technischen Truppe unter die Leitung des Generalstabes in gleicher Weise, wie dies schon bisher bezüglich des Pionier- und des Eisenbahn- und Telegraphen-Regiments geschehen, die von der Reorganisation unberührt geblieben.

Zur Besichtigung und Leitung der einheitlichen Ausbildung der Pionier-Bataillone soll ein General als General-Pionierinspektor bestellt werden.

Für den Offiziersnachwuchs sollen, wie bisher, die technische Militärakademie und die Pionier-Kadettenschule gewidmet bleiben.

Der Uebergang soll hauptsächlich aus Ersparnißrücksichten allmählich erfolgen, indem alljährlich nur einige Bataillone zu Pionier-Bataillonen umgewandelt werden. Nach Ablauf von zwei Jahren, vom 1. Januar 1893 ab, also mit dem 1. Januar 1895, soll diese Reorganisation beendet sein.

Es handelt sich mithin im Wesentlichen um eine Neuorganisation nach preußischem Muster mit dem hauptsächlichen Unterschiede, daß eine einheitliche Unterstellung der technischen Truppen unter den Generalstab stattfindet.

Eine Vermehrung der Bataillone der technischen Waffe ist nicht beabsichtigt,*) ebensowenig eine Umgestaltung des gesammten Festungswesens oder veränderte Heranbildung des Offizierersatzes.

Hiermit hofft man allen Aufgaben des Friedens und Krieges gerecht zu werden. Man hat zwar im Reichs-Kriegsministerium nicht verkannt, daß der häufige Wechsel zwischen Offizieren der Fortifikation und der Truppe, der Mangel an

*) Die Zahl soll indeß von 69 auf 75 erhöht, zugleich aber die Kompagnie einen etwas geringeren Stand als früher erhalten.

Stabilität ein Uebel sei, welches durch die Neuorganisation nicht beseitigt, sondern nur insofern abgeschwächt wird, als der Bedarf an Offizieren für den Fortifikationsdienst im Frieden ein geringer ist und derselbe fortan aus der vereinigten Genie- und Pioniertruppe, nicht mehr wie früher aus dem Offizierkorps der Genietruppe allein gedeckt werden muß.

Gegen diese neue Reform haben sich nun gewichtige Stimmen hören lassen, namentlich aus der Geniewaffe selbst. Hier soll nur die gegentheilige Meinung des früheren General-Genieinspektors, Feldzeugmeister Salis Soglio, gestreift werden, welche er in einer Schrift: „Die Reorganisation der technischen Waffe" niedergelegt hat. Sein Hauptgesichtspunkt ist auch der, daß eine große vierte, die technische Waffe, unter einheitlicher Leitung gebildet werde. Er will jedoch eine Eintheilung in Feld-, Festungs-, Eisenbahn- und Telegraphenpioniere haben und ist gegen eine Unterstellung unter den Generalstab. Die Truppen sollen vielmehr in technischer Beziehung einem Generalinspektor, in taktischer aber den betreffenden Brigade-, Divisions- und Korpskommandanten unterstellt werden.

Hinsichtlich des Geniestabes wünscht er Beibehaltung der bisherigen Selbstständigkeit und aller früheren Obliegenheiten, ausgenommen die Verwaltung und Instandhaltung der nicht fortifikatorischen Militär-Bauobjekte. Zur Versehung dieses Dienstes soll ein eigenes Bau-Verwaltungskorps geschaffen werden. Im Uebrigen aber hält Salis Soglio im Hinblick auf die geringe Zahl von österreichischen Festungen und die sehr beschränkte Bauthätigkeit in ihnen die Unterstellung aller militärischen Hochbauten zur Erwerbung einer genügenden Baupraxis auch ferner für nothwendig.

Er strebt ferner ein homogenes Offizierkorps durch gleichmäßige höhere wissenschaftliche Vorbildung an, die er auch für den Pionierdienst für nöthig hält, und zwar durch 3jährigen Besuch einer technischen Akademie und 1 bis $1^1/_2$jährigen eines höheren technischen Kurses. Schließlich wünscht er besonders für die Offiziere des Geniestabes engere Anlehnung an die Armee.

Einen wesentlich anderen Standpunkt nun, der uns sehr sympathisch erscheint, nimmt der Verfasser unserer „Studie" ein.

Für ihn ist der wichtigste Grundsatz, nach welchem die Reorganisation durchgeführt werden soll:

Schaffung eines Kriegskörpers aus der technischen Waffe und dadurch Verbesserung der technischen Verhältnisse im Kriege.

Die Grundlage und Vorbedingung einer solchen Reform der Kriegstechnik — und dadurch wird sein Vorschlag so hochinteressant — sieht er in einer Reform des Generalstabes. Letzterer soll befähigt werden, die von ihm so beharrlich und mit vollem Recht angestrebte Centralisation der Befehlsgebung in seinem Korps auch auf den technischen Dienst auszudehnen, und zwar nicht nur in rein militärischer Hinsicht, sondern auch in fortifikatorischer und technischer.

Nach Ansicht Killiches' würde die Reform des Geniestabes gemäß dem Entwurf der Regierung eine Leitung fortifikatorischer Arbeiten im Festungskriege unmöglich machen, da die „Offiziere der Fortifikation" dann nur eine auf dem Papier ihnen vorbehaltene Mitwirkung hätten, zu der ihnen noch dazu die Geschicklichkeit mangels entsprechender Vorbildung fehlen würde. Sie würden daher, ebenso wie die neugeschaffenen Ingenieure und Administratoren, aus dem militärischen Dienst gleichmäßig alle eliminirt erscheinen.

In Verbindung mit anderen Erwägungen ergiebt sich wohl auch hieraus die Auflösung des Geniestabes als besonderer fortifikatorischer Körper, aber mit dem wesentlich anderen Zwecke der Schaffung von Generalstabsoffizieren, welche zur Wahrung wichtiger Armeeinteressen auch jenen militär-technischen Friedens- und Kriegsaufgaben gewachsen sind.

Es handelt sich dabei nicht um eine Reform des ganzen Generalstabes, sondern nur um eine Ergänzung seiner bisherigen Organisation nach der technischen Seite. Es soll nur ein Theil der Generalstabsoffiziere eine solche militär-technische (fortifikatorische) Ausbildung erhalten. Diese technischen Generalstabsoffiziere dürfen aber, schon um die bisherige Einheitlichkeit des ganzen Generalstabes nicht zu gefährden, unbeschadet ihrer technischen Ausbildung, auch vermöge der ihnen wie allen übrigen Offizieren dieses Elitekorps ohne Unterschied der Waffe eigenen rein militärischen, nur jederzeit vollkommen gleichwerthige und gleichberechtigte Mitglieder sein.

Hieraus ergiebt sich zunächst, daß alle Offiziere des Generalstabes auch später ein und dasselbe Band der Vor- und Ausbildung (Kriegsschule) umschließen muß und daher die technische Fortbildung in der Hauptsache erst nach der endgültigen Aufnahme der betreffenden Offiziere in den Generalstab erfolgen darf. Vor Aufnahme in die Kriegsschule (Kriegsakademie) hätte jedoch ein Vorbereitungskurs in der Genieabtheilung der technischen Militärakademie für diese Offiziere zur Schaffung einer technischen Grundlage für die spätere gründliche Ausbildung, sowie eine dreijährige Truppendienstleistung bei der technischen Waffe stattzufinden.

Nach Aufnahme in den Generalstab würden die technischen Offiziere einmal zur Aneignung der erforderlichen theoretischen Kenntnisse einen zweijährigen „Festungskurs" hören, dann in Gemeinschaft mit den noch später zu erwähnenden Militäringenieuren — einen praktischen Anschauungsunterricht durch Bereisung in konstruktiver Beziehung besonders bemerkenswerther Befestigungen empfangen. Am Schlusse dieses Festungskurses wäre von jedem einzelnen Offizier je eine Aufgabe bezüglich des Entwurfs einer „militärischen Befestigungsskizze", des Angriffs und der Vertheidigung eines befestigten Platzes auszuarbeiten, alles unter Zugrundelegung von Verhältnissen des Ernstfalles und unter Mitwirkung eines Militäringenieurs. Das Bestehen dieser Prüfung hätte dieselbe Bedeutung für die technischen Generalstabsoffiziere, wie der erfolgreiche Besuch des Stabsoffizierkurses für die übrigen Generalstabsoffiziere.

Nun würde eine zweijährige praktische Dienstleistung im Geniekorps folgen (entsprechend den Uebungen der übrigen Generalstabsoffiziere bei den taktischen Truppen) und endlich eine zweijährige Zutheilung zu Festungskommanden (nach Analogie der Dienstleistung der anderen Generalstabsoffiziere bei den Divisions- und Korpsstäben). So würde eine praktische Schule für künftige Festungs-Generalstabschefs und — was besonders bemerkenswerth — von Kommandanten großer Festungen geschaffen.

Hiermit wäre die technische Ausbildung im Generalstabe abgeschlossen. Die fernere würde der der anderen Generalstabsoffiziere vollkommen gleich sein. Es werden jedoch nun alle an den Generalstab herantretenden militär-technischen Aufgaben

von diesen hierfür vorgebildeten Offizieren selbstständig oder in Verbindung mit anderen Organen zu bearbeiten sein, in letzterem Falle so weit, wie zur Entwickelung der organisatorischen Grundsätze des technischen Generalstabsdienstes erforderlich ist. So gehört hierzu die Bearbeitung der technischen Feldakten in innigstem Einvernehmen mit dem operativen Bureau des Generalstabes, mit dem General-Artillerieinspektor, den Chefs der Militäringenieure und des noch zu erwähnenden Kriegsbaukorps. Ferner gehören hierher technische Generalstabsreisen und Verwendung unter Leitung sonstiger Behörden, wie beim Geniekorps, bei Festungskommandos, Dienstleistungen bei dem technischen und administrativen Militärkomitee. Auch sind schon im Frieden aus dem Stande der technischen Generalstabsoffiziere die Festungskommandanten und Festungs-Generalstabsoffiziere größerer Festungen zu entnehmen. Endlich gehören Dienstleistungen bei höheren Truppenkommandos hierher. Die Militärabtheilung jedes Korpskommandos soll schon im Frieden einen technischen Generalstabsoffizier zugewiesen erhalten, dessen Hauptaufgabe die systematische Leitung der Ausbildung der taktischen Truppen in größeren Feldbefestigungen und sonstigen, in deren Bereich fallenden technischen Arbeiten unter Heranziehung der technischen Truppen sein soll. Andere wichtige Arbeiten, wie sie Generalstabsoffizieren solcher Behörden im Frieden zufallen, sind dabei nicht ausgeschlossen.

Für Leitung dieser reichen militär-technischen Friedensarbeit sollen im Generalstabe mehrere Abtheilungen geschaffen werden, die einem General als Chef des technischen Bureaus — wie der gesammte Apparat heißen soll — unterstellt werden.

Im Kriege würde jedem Armee-Hauptquartier eine „technische Abtheilung des Armeekommandos“ zugewiesen werden, die aus den drei Chefs des technischen Generalstabes, des Militäringenieur- und des Kriegsbaukorps bestehen und nebst ihren Hülfskräften einem „Chef des technischen Generalstabes der Armee“ unterstellt werden. Die Aufgabe desselben bezw. der Abtheilung wäre die Einleitung, Entwickelung und Durchführung aller aus den militärischen Dispositionen der Heeresleitung sich ergebender technischer Arbeiten. Aehnliche technische Abtheilungen kleineren Maßstabes würden bei den Korps-Generalkommandos und nach Bedarf bei den übrigen Kommandos,

z. B. eines Belagerungskorps, einer Festung einzurichten sein. Jede Division würde mindestens einen technischen Generalstabsoffizier erhalten.

Da die Vorbedingung für die Aufnahme in den Generalstab für alle Waffen sonach fast die gleiche wäre, so könnte es namentlich anfangs vorkommen, daß bei der etwas mühevoller erscheinenden Ausbildung der technischen Generalstabsoffiziere es bald an solchen fehlen würde, und sich womöglich auch die Offiziere der technischen Waffe ausschließlich dem „Feldgeneralstab" widmen würden. Dies wäre zu verhindern dadurch, daß Letztere bei ihrem Austritt aus der Genieabtheilung der technischen Militärakademie, falls sie den „Generalstab" anstreben, von vornherein sich verpflichten, wenn die Standes(Etats)verhältnisse es erfordern sollten, technische Generalstabsoffiziere zu bleiben. Da sie als solche dieselbe Aussicht auf Fortkommen in der Armee wie die übrigen Generalstabsoffiziere haben, so wäre dieser Maßregel der Charakter der Ungerechtigkeit von vornherein genommen.

Die nicht fortifikatorische, rein technische Friedensthätigkeit — also im Wesentlichen der Bau der Festungen und der Militärhochbau — soll durch ein neu zu errichtendes „Militär-Ingenieurkorps", die bezügliche Kriegsthätigkeit durch Schaffung eines „Kriegsbaukorps" ermöglicht werden.

Der General begründet diesen Vorschlag damit, daß zum Versehen des Militärbaudienstes nicht gerade ein Offizierkorps gehört. Es läßt sich vielmehr bei dem Bestande eines wie vorstehend angegebenen, auch am Festungswesen interessirten Generalstabes unter Mitwirkung des Letzteren an dem Entwurf der Befestigungen diese Arbeit durch ein gehörig vorgebildetes höheres Militär-Beamtenkorps versehen. Letzteres soll sich aus Männern ergänzen, welche die technische Hochschule besucht und beide Staatsprüfungen gut bestanden haben, und welche zur Aneignung der erforderlichen Kenntnisse im Festungsbau einen besonderen „Festungsbaukurs" durchgemacht haben. Das Lehrziel dieses Kurses soll die Aneignung der Fähigkeit sein, im Einvernehmen mit einem fortifikatorisch und bautechnisch genügend vorgebildeten Generalstabe eine „militärische Befestigungsskizze" zu verfassen und auf dieser Grundlage dann selbstständig das „technische Befestigungsbauprojekt" auszuarbeiten.

Der technische Unterricht wäre mit Bereisung besonders wichtiger Befestigungen zu verbinden und in innigsten Einklang mit dem „Festungskurs" des Generalstabs zu bringen. Durch Hinweis auf die Kriegsmarine, wo schon längst in allen Armeen mit ausgezeichnetem Erfolge eine derartige Theilung in militärischen und technischen Dienst durchgeführt (sei doch ein Kriegsschiff nichts Anderes als eine schwimmende Festung), verstärkt Killiches ausgezeichnet die Gründe für seinen Vorschlag.

Das Militär-Ingenieurkorps soll seine Spitze in einem Chef erhalten, der als Abtheilungsvorstand im Reichs-Kriegsministerium alle bezüglichen Angelegenheiten in Verbindung mit den anderen Behörden bearbeitet.

Was das Kriegsbaukorps anbelangt, so handelt es sich hier um einen neuen Gedanken, um Ausfüllung einer bisher überall bestandenen Lücke in der technischen Organisation der Armeen. Der Verfasser behauptet — und wohl mit Recht —, daß die moderne Kriegstechnik eines Heeres sich in zwei Gruppen gliedern muß. Von diesen war bisher stets nur die eine rein militärische, wenn auch in durchaus ungenügender Organisation und Stärke, vorhanden, nämlich die sogenannten technischen Truppen. Die andere rein technische Gruppe besteht nirgends, erscheint aber nothwendig zur Vorbereitung aller baulichen Vorkehrungen im Inlande, für die rasche Versammlung des Heeres an den Grenzen und zur Herstellung aller technischen Arbeiten im Rücken der Operationsarmee, wie sie die bedeutende Vergrößerung der Heere, die Ausdehnung und Natur von Kriegsschauplätzen wie Rußland, sowie die muthmaßliche Art der Kriegführung des Gegners (Zerstörung aller vorhandenen, nicht selbst benöthigten Hülfsquellen im Rückzugsfalle) erfordern. Wenn man an die Feldzüge Napoleons denkt, wo trotz sorgfältiger, ja staunenerregender Beachtung alles dessen, was sich auf „les derrières" bezieht (wie namentlich die interessanten Forschungen Foucarts ergeben), schwere Mängel und Fehlgriffe vorkamen, so wird man dem Verfasser kaum Unrecht geben können.

Befestigungen aller Art zur Sicherung der immer länger werdenden Verbindungslinien, also zur Sicherung des Nachschubes und der oft unersetzlichen Armeevorräthe, Hochbauten (Barackenstädte) für allerhand Zwecke, wie Unterkunft, Heeresausrüstung, Vorräthe, Mitwirkung beim Ausbau des dem Nachschub dienenden

Kommunikationssystems, Anlage von Aufnahmestellungen und Brückenköpfen für den Fall des Rückzugs, die häufig mit der Sicherung der Depotplätze zusammenfallen werden, sind solche Aufgaben, für welche technische Truppen, die vorn gebraucht werden und schon dort nicht ausreichen, nicht verwendbar sind.

Diese Truppen würden sich ihrer Ausbildung nach auch kaum genügend eignen, da die Arbeiten hauptsächlich in das Gebiet des Civilbauwesens fallen.

So erscheint die Schaffung eines zweiten technischen Organismus des Heeres schon im Frieden nothwendig zum Entwurf und zur Vorbereitung jener großartigen Aufgaben, nämlich eines „Kriegsbaukorps" mit militärisch festem Gefüge, mit einer technischen Hierarchie und einer Gliederung in Gruppen, einerseits nach den hauptsächlichen Arbeitsgattungen (Hoch-, Brücken- und Erdbau), andererseits nach den Hauptmarschlinien der Armee und nach der zeitlichen Aufeinanderfolge der Aufgaben. Auch dieses Korps hat seinen Chef als Abtheilungsvorstand im Kriegsministerium und setzt sich lediglich aus zu bestimmten Dienstleistungen einberufenen Civiltechnikern zusammen. Im Kriege untersteht das Korps dem technischen Generalstabschef der Armee bezw. den Festungskommandanten.

Die Nothwendigkeit der Organisation und die Uebereinstimmung ihres Prinzips mit jenem wird eingehend dargethan, welches schon vor mehr als 60 Jahren der französische Geniegeneral Marquis de Chasseloup und später der ausgezeichnete österreichische Geniemajor Frhr. v. Hauser als das allein Richtige bezeichnet haben.

Hinsichtlich der technischen Truppen verlangt der General Killiches auf Grund einer kriegsgeschichtlichen Betrachtung, welche dazu führt, Rußland als den Hauptgegner anzusehen, das Doppelte des Standes der Aufstellung von 1855 gegen Rußland. Diese Verstärkung der technischen Waffe entspräche etwa dem Anwachsen des Gesammtheeres seitdem.

Ferner wünscht der Verfasser unbedingte Aufrechterhaltung der bisherigen organisationsmäßigen Ausbildung als Genie- und Pioniertruppe, jedoch Zusammenfassung beider in eine einzige aus einem Genie- und einem diesem gleichgestellten, aber von ihm unabhängigen Pionierkorps bestehende „technische Waffe". Jedes der beiden Korps soll einen besonderen

Kommandanten, beide aber einen gemeinschaftlichen Generalinspektor erhalten, einen höheren aus der Zahl der technischen Generalstabsoffiziere hervorgegangenen General, der den gesammten technischen Dienst, auch das Festungswesen, zu straffer Centralisation bringt und dem Reichs-Kriegsministerium unmittelbar unterstellt wird als „Generalinspektor der technischen Waffe und der Festungen".

Im Kriege unterständen natürlich die technischen Truppen wie alle übrigen den höheren Truppenkommandos, welchen sie zugewiesen sind.

Verfasser behauptet, daß man einer gründlichen Ausbildung halber in den vielfach ganz heterogenen Dienstzweigen beider, der Genie- und der Pioniertruppe, bedürfe, denen beiden die Feldbefestigung und gewisse Nebenarbeiten gemeinsam sein müssen, während Erstere für den Festungskrieg, Letztere für den Brückenschlag bestimmt seien. Die hervorragende Bedeutung des Festungskrieges verlange eine gründliche dreijährige Schulung in allen daselbst vorkommenden Arbeiten, wie dies bei den auf die einzelnen Bataillone vertheilten 15 Kompagniekadres nicht möglich sei. Diese würden im Frieden gar keine zweckmäßige Ausbildung erlangen, und es würde ihnen außerdem an den nöthigen Instruktoren fehlen.

Die von der Regierung geplante Reform böte ferner für den Feldkrieg nur den Vortheil der Vermehrung der Truppen für den Brückenschlag, die nicht ausschlaggebend sein kann, eine andere ebenfalls unentbehrliche Waffe (Genie) aufzulösen, während überdies die gleichmäßige Vertheilung der einzelnen Bataillone auf die 15 Korps im Kriege kaum durchführbar (?), im Frieden voraussichtlich nachtheilig (!) wäre. (Zu letzterer Ansicht kommt übrigens auch Salis Soglio.)

Bei der Wichtigkeit des Festungskrieges hält der General außerdem die Ausbildung eines Theiles der Infanterie-Kriegsbesatzungen in den Festungen in allen darauf bezüglichen Dienstzweigen, d. h. die Schaffung einer eigenen Festungsinfanterie, für nothwendig, die dem Generalinspektor der technischen Waffe unterstellt wird und in Verbindung mit den in den Festungen dislozirten Genie-Bataillonen den Angriff und die Vertheidigung von Befestigungen üben soll.

An die vorstehend skizzirten Vorschläge reiht der Verfasser in einem Schlußkapitel noch einige Betrachtungen über die augenscheinlichen Ursachen, aus welchen es nach seiner Ansicht noch immer nicht gelingen will, Prinzipien, wie den seinigen, Anerkennung zu verschaffen, obgleich der mächtige Aufschwung der Kriegskunst und Technik solche gebieterisch fordern.

Er glaubt die Ursache in dem Widerstand zu sehen, den eine aufgekommene „neue Schule" des Generalstabes leistet, in der, wie das neue von ihr ausgearbeitete Reformprojekt beweise, der Sinn für die technischen Bedürfnisse der Armee vollständig erloschen sei, und die sich gegen eine so nöthige Reform des Generalstabes sträube, um ihren jetzt überwältigenden Einfluß nicht zu verlieren, sowie aus reiner Bequemlichkeit. Die ganze Reformfrage (die bisher den Charakter eines Zweikampfes zwischen General- und Genieſtab trage, in dem Letzterer unterlegen, weil er sich fehlerhafterweise auf die reine Defensive beschränkt habe) müsse, da die Zeit drängt, ein Ausgleich zwischen den „feindlichen Brüdern" vorläufig nicht zu erwarten sei, von dem Reichs-Kriegsministerium als Vertreter der Armeeinteressen in die Hand genommen werden. Die Heeresverwaltung solle die Grundzüge eines diesen Interessen entsprechenden Entwurfs feststellen und nach Allerhöchster Genehmigung desselben zur Ausarbeitung und zur Vorlage an die Delegationen schreiten. Letzteren fiele dann die schwerste Verantwortung, nämlich die der endgültigen Entscheidung, zu.

Soweit die sehr durchdachten Vorschläge der „Studie", die nebenbei noch manche wichtigen Fragen, z. B. den Werth der Festungen und die Ursachen zeitweiliger Entwerthung derselben, bespricht, die uns aber deshalb besonders beachtungswerth erscheinen, weil sie nach unserer Ansicht — mutatis mutandis — die Grundzüge für eine zweckmäßige Reform der technischen Waffe überhaupt enthalten und zum Nachdenken auch über außerösterreichische Verhältnisse auffordern.

So vor Allem die Nothwendigkeit einer Reorganisation in rein militärischem Sinne. Ferner der Gedanke einer vollständigen Loslösung des Ingenieur- vom Pionierkorps. Dieser Trennung steht durchaus nicht die Bedingung einer gleichen technischen Ausbildung entgegen, im Gegentheil, der

Pionieroffizier bedarf überhaupt keiner technischen Vorbildung; seine dienstliche Thätigkeit hat mit der des Ingenieuroffiziers nichts gemein. Damit ist aber eine Hauptschwierigkeit für die Lösung dieser Frage beseitigt, denn es war stets schwierig, die Ingenieuroffiziere sämmtlich in der Pioniertruppe erziehen zu lassen und dann letzterer die von ihr erzogenen Ingenieuroffiziere zu nehmen. Für beide Theile ist der Wechsel sowohl in dienstlicher als persönlicher Hinsicht schwierig, ja für Durchschnittsintelligenzen nicht ohne Gefahr, in einen gewissen Dilettantismus nach beiden Richtungen auszuarten.

Ebenso vielversprechend erscheint die Ergänzung beider Offizierkorps aus der ganzen Armee, sowie die Aussicht auf eine spätere Theilnahme an der höheren Truppenführung, an einer den übrigen Waffen des Heeres auch in Bezug auf Erreichung hervorragendster Stellungen durchaus gleichgestellten Lage.

Es entspricht dies dem Gutachten des weitsichtigen Generals v. Grolman vom Jahre 1816: „Nur dann kann Geist und Leben in das Ingenieurkorps kommen, wenn es die guten Köpfe aller Waffenarten an sich zu ziehen weiß und auch, um Aemulation zu erwecken, seine ausgezeichneten Männer wieder in die Armee in höhere Posten zu bringen sucht." Auch Scharnhorst äußert sich bei seinem Organisationsvorschlag für 1812, daß Offiziere anderer Waffen, wenn sie Talent haben, in dem Ingenieurkorps zur weiteren Ausbildung angestellt, und wiederum Offiziere dieses Korps nach Befinden der Umstände in die anderen Waffen versetzt werden sollen. So werden auch Kastengeist und Isolirung beseitigt und die ganze Armee an den Fragen der technischen Korps interessirt: „Die Abgeschlossenheit", sagt v. Grolman, „bringt Einseitigkeit und nur untergeordnete Brauchbarkeit hervor und bildet höchstens Baumeister, keine Ingenieure".

Er dürfte unter „Ingenieuren" Leute, wie sie Killiches im Sinne hat, verstanden haben, nämlich technische Mitglieder des Generalstabes. Noch im vorigen Jahrhundert war in fast allen Armeen die Stellung des jetzigen Ingenieurkorps dieselbe, wie die des heutigen Generalstabes im Feldkriege: Es war der Generalstab für den Festungskrieg. Unter Friedrich dem Großen war der Chef des ersten Departements des Ober-Kriegskollegiums zugleich Chef des General-Quartiermeister-

stabes und des Ingenieurkorps und damit Letzteres in unmittelbarer Verbindung mit den übrigen Theilen der Armee. Auch Chasseloup und Hauser, zwei bedeutende Männer fremder Armeen, sind für eine solche wichtige Stellung des Ingenieurkorps eingetreten.

Dieselbe wäre also nichts Neues, sondern nur zurückzugewinnen; sie geschähe nicht in einseitigem Korpsinteresse oder um ein Elitekorps anzugreifen, sondern im Interesse der ganzen Armee. Erst dadurch würde der Generalstab die ihm voll gebührende Stellung erhalten, er würde durch eigene Organe die Befehlsgebung hinsichtlich des so bedeutungsvollen Festungskrieges ebenso üben, wie er dies zum Ruhme des Heeres im Feldkriege bisher gethan hat. Mit einer bloßen Versetzung von Ingenieuroffizieren in den Generalstab dürfte das Angestrebte nicht erreicht werden, da dieselben bei der bisherigen Organisation des Letzteren dort eine fast ausschließlich militärische Fortbildung erhalten und daher für den fortifikatorischen Dienst ohne besonderen Nutzen sein würden.

Aus Vorstehendem ergäbe sich selbstredend die vollständige Entlastung des künftigen technischen Generalstabes vom Festungsbau und Uebertragung dieser Aufgabe, sowie der rein technischen Kriegsarbeiten an ein besonderes Beamtenkorps. Wer Festungen angreifen und vertheidigen soll, braucht nicht nothwendig solche auch gebaut zu haben. Das wäre ein mittelalterlicher Standpunkt. Bei der enormen Entwickelung der Kriegskunst wie der Kriegstechnik ist eine Beherrschung beider Gebiete nur noch ganz hervorragenden Geistern, wie einem Totleben z. B., möglich. Eine Organisation muß sich aber auf dem Durchschnitt der Leistungsfähigkeit ihrer Glieder aufbauen, wenn sie auch höchste Leistungen ermöglichen soll. Es ist aber auch eine Kräfteverschwendung, ein zahlreiches Offizierkorps nur deshalb dem militärischen Dienst zu entfremden, um eine möglichst große Auswahl von Kriegsbaumeistern zu haben. Friedrichs des Großen Kriegsbaumeister hatten mit der Truppe nichts zu thun.

Was die Truppe anbelangt, so dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß bei dem bedeutenden Anwachsen der Armee und den dadurch gesteigerten Anforderungen an die technischen Truppen eine Vermehrung derselben sowie Ergänzung durch fehlende Formationen, z. B. Telegraphen-Bataillone, begründet ist. Eine

einheitliche Unterstellung derselben unter den Generalstab erachten Viele für bedenklich; ihnen erscheint vielmehr die Zuweisung an Infanterie-Divisionen oder Brigaden zweckmäßiger, ganz wie es bei der Feldartillerie der Fall ist. Ein Inspekteur der Pioniere könnte ähnliche Aufgaben erfüllen, wie dort der Inspekteur der Feldartillerie. Der Generalstab kann sich nach wie vor seinen Einfluß auf die technische Truppe sichern, dürfte aber nicht zur Ausbildung derselben, sondern der Bedeutung seiner Stellung nach lediglich zu einer Verwendung derselben da sein. Durch die im Kriege ohnedies nothwendige Unterstellung unter die höheren Führer der Infanterie würde sich schon im Frieden ein inniger Wechsel zwischen den Offizierkorps und ein Verständniß zweier im Ernstfall so sehr aufeinander angewiesenen Waffen für die gegenseitigen Bedürfnisse ergeben. Die Pioniere würden — v. Scherff hat dies schon 1876 ausgesprochen —, gleich wie die Jäger nur eine besser mit dem Gewehr, so eine mit Spaten und Ruder besser ausgebildete Infanterie sein. Beide Waffen würden dadurch gewinnen; es würde gleichzeitig der jetzt vielfach verpönte, aber so wichtige Gebrauch des Spatens ohne jede Schädigung des Offensivgeistes sich einbürgern und die Infanterie selbstständiger machen.

Zwar ist der Festungskrieg im Wesentlichen nur ein Feldkrieg mit schwereren Mitteln, aber, wenn Viele auch noch nicht recht daran glauben wollen, daß sich die Technik wieder mit aller Kraft auf die Verwerthung von Mitteln zur unterirdischen Annäherung an Festungen werfen muß, weil die Schwierigkeiten für oberirdische zu groß werden, — es dürften doch die Fälle, wo sappirt und minirt werden muß, häufiger werden, als man anzunehmen pflegt. Mit dem Ausgange des Geschützkampfes allein ist bei guter Vertheidigung das Schicksal der Festung noch nicht entschieden. Eine Zugabe von tüchtigen und geschulten Mineuren und Sappeuren dürfte daher stets sehr wünschenswerth sein. Dieselbe braucht der Zahl nach nicht erheblich zu sein, da diese Thätigkeit nur in vereinzelten Fällen und in den letzten Stadien des Angriffs zur Verwendung kommen wird. Nimmt man etwa für jede Armee ein Bataillon Festungspioniere an, so würde es wünschenswerth sein, dieselben schon im Frieden zu errichten, sie in einer großen Festung garnisoniren und in Verbindung mit Fußartillerie alle Uebungen des Festungskrieges

durchführen zu lassen. Die jetzigen vierten Kompagnien der Pionier-Bataillone aber sind für diese Aufgaben nicht in erwünschtem Maße geeignet, sie erschweren die Ausbildung der Bataillone und lernen doch nicht genügend Gründliches in diesen Spezialitäten.

Die territoriale Vertheilung der Pionier-Bataillone schon im Frieden auf die Armeekorps erscheint für das Deutsche Reich zweckmäßig. Die verschiedenen deutschen Landestheile sind in kultureller Entwickelung so gleichartig, daß die so vertheilten Bataillone stets gleichwerthiges Material für ihren Ersatz finden. Der innige Verkehr mit den taktischen Truppen läßt sich nur durch solche Vertheilung erzielen.

Dies wären im Allgemeinen die Hauptwünsche, die schon lange gehegt, zu denen wir aber aufs Neue, und unterstützt durch die zweckmäßige Begründung der „Studie", angeregt wurden. Möchte diese österreichische Schrift nicht nur der Aufmerksamkeit unserer Leser, sondern vor Allem auch der jenseits und diesseits der schwarzgelben Grenzpfähle maßgebenden Kreise gewürdigt werden! Sie verdient es in vollstem Maße!

St.

XI.

Die Infanterieschilde.

Von

H. Frobenius,
Oberstlieutenant a. D.

Durch die Einführung der kleinkalibrigen Mehrlader, durch die Verwendung kräftigerer Treibmittel und durch die mit diesen Mitteln erreichte größere Treffsicherheit und erhöhte Geschoßwirkung hat das Infanteriefeuer in den letzten Jahren eine ganz eminent gesteigerte Bedeutung gewonnen. Man sucht nach neuen, den neuen Kampfmitteln angepaßten Kampfformen und prüft aller Orten die früheren Schutzmittel in Bezug auf ihren Werth gegenüber der heutigen Infanteriefeuerwirkung. Wie für die Deckung gegen Geschützfeuer Mauerwerk vollständig und Erde zum Theil ihre Berechtigung als Deckungsmittel verloren haben und der Panzer mehr und mehr, wenigstens für gewisse Geschützaufstellungen, in den Vordergrund tritt, so hat gegenüber dem Gewehrfeuer die Holzdeckung den Rest ihres Werthes so ziemlich eingebüßt, Erde ist — in größerer Stärke — das hauptsächlichste Material geblieben; es ist aber auch hier die Frage lebhaft behandelt worden, ob der Panzer als Deckungsmittel für den Schützen zur Verwendung kommen könne. Sei es zum Feuern, sei es zur Beobachtung, der Schütze muß den Kopf über die Erddeckung erheben und bietet auf nähere Entfernungen ein mit dem treffsicheren Gewehr wohl zu fassendes Ziel. So finden wir in den meisten europäischen Staaten Vorschläge für Einführung von Schutzschilden gegen Gewehrfeuer, wir finden dieselben in den technischen und militärischen Zeitschriften besprochen, in die Wirklichkeit übertragen und Schießversuchen unterworfen, wir finden sie

auch bereits in die Kriegsbestände eingeführt, theils in Gestalt von Schützenblenden, theils als Sappenschilde.

In eingehendster und auffälligster Weise hat sich der „Spectateur militaire“ mit den „Boucliers d'infanterie“ beschäftigt. So wenig man nun durch dessen unermüdliches Eintreten für Schutzschirme der Angriffskolonnen auch bewogen sein mag, in dieser Schutzwaffe des Angreifers das Heil der Zukunft zu erblicken, scheint es doch nicht müßig, die Frage der Infanterieschilde einmal näher zu beleuchten und bei Betrachtung der Vorschläge des „Spectateur militaire“ klarzulegen, bis zu welchen Grenzen die Infanterieschilde eine leistungsfähige Schutzwaffe abzugeben vermögen.

Bis zum Jahre 1869 zurück datirt die Idee, den Anmarsch der Sturmkolonnen durch Metallschilde zu decken. Ein Oberstlieutenant Goepp brachte dieselbe im „Spectateur“ zur Sprache, und diese Zeitschrift griff sie auf; „les boucliers d'infanterie“ schrieb sie auf ihre Fahne und verzagte nicht, dieselbe hochzuhalten und zu vertheidigen in langjährigem Kampfe mit den Widersachern und Feinden dieser Idee, welche allerseits erstanden, namentlich in der Person des „Avenir militaire“ und „Progrès militaire“. In den Jahren 1887 bis 1892 brachte der „Spectateur“ nicht weniger als 13 Artikel, welche zum Theil in eingehendster Besprechung denselben Gegenstand behandeln, im Uebereifer aber den Standpunkt objektiver, rein sachlicher Beurtheilung vielfach verließen und sich zu gänzlich verfehlten Behauptungen in technischer Beziehung hinreißen ließen, basirt auf mißverstandenen oder unbegründeten Voraussetzungen.

Herausgeschält aus den wortreichen, weitschichtigen Auseinandersetzungen, ist der Gedanke folgender: Gegenüber der immensen Feuerwirkung des Vertheidigers ist es dem Angreifer unmöglich, das Vorgelände zu überschreiten. Selbst die tapferste Truppe ist im besten Falle zu einer Anzahl entkräfteter Einzelkämpfer aufgelöst, wenn es ihr gelingt, an den Feind heranzukommen; für den letzten entscheidenden Stoß fehlt ihr der Elan, der nothwendige siegverheißende Ungestüm. Dieser kann ihr nur erhalten werden, wenn sie mit Vermeidung aller moralisch schwächenden Aufenthalte unter dem Schutz einer sicheren Deckung bis an des Vertheidigers Position herangeführt wird. Diese Deckung wird geboten in einer Reihe großer Metallschilde, welche

vor der Linie der Angreifer, von starken Leuten getragen, avancirt und erst dicht vor dem Feind die Front frei macht, um den unversehrten Hintermännern die Pforten zu öffnen, durch welche sie den vernichtenden Stoß ausführen.

Die Schilde müssen 2 m hoch, 1 m breit sein, und selbst nach den fehlerhaften Berechnungen des „Spectateur" werden sie ein so bedeutendes Gewicht haben, daß sie auf größere Wegelängen als einige Hundert Meter nicht getragen werden können. Bei der Darstellung der Schwierigkeiten, welche sich dem Angriff bieten, spricht die Zeitschrift (in „La vraie fortification de campagne" vom 15. April 1891) von 2000 m, welche der Angreifer zu überwinden habe. Daß auf solche Entfernung kein Mensch einen schweren eisernen Schild vor sich hertragen kann, ist einleuchtend, deshalb macht der „Spectateur" seiner Idee zu Liebe die Konzession, daß die Angriffskolonnen bis auf 300 m von der Sturmposition „unter geschickter Benutzung der Geländeerhebungen vorgehen, langsamer oder schneller, immer im Bestreben, sich so viel wie möglich den Augen des Gegners zu entziehen unter Benutzung von Terrainwellen, Gehölzen, . . . und in der geeigneten Formation, um die Bewegungen dem Gegner zu verbergen" (la fortification offensive, 15. Juni 1891). In dem Aufsatz „L'offensive arbitrée" (1. August 1891) glaubt er die Entfernung auch auf 500 bis 600 m ausdehnen zu können, ohne an der Unfähigkeit der Schildträger zu scheitern. Die Schilde sind auf Wagen verladen, und Letzteren steht also die Aufgabe bevor, mit der Sturmtruppe „gedeckt gegen Auge und Wirkung des Feindes" bis auf 300 bezw. 600 m heranzukommen. Dann werden die Schilde abgeladen, vertheilt, die Sturmkolonne formirt und zum letzten entscheidenden Vorgehen angetreten. Welch abenteuerliche Vorstellung hat der „Spectateur" von einem Gegner, welcher, mit einem derartig unübersichtlichen Gelände auf wenige Hundert Meter vor der Front, ruhig abwartet, was sich aus demselben entwickelt und nicht einmal einen Posten, eine Patrouille vorschickt, um das unheimliche Gelände zu beobachten. Wie würde sich wohl die Lage der Sturmtruppe gestalten, wenn ihr Stehen gemeldet würde, wenn ein ungestümer Gegenangriff sie in ihrem Rendezvous beim Geschäft des Schildeabladens überrascht? Und mit solchen Mitteln glaubt der „Spectateur" allen Ernstes die Entscheidung in den zukünftigen großen Feldschlachten herbeiführen,

darauf den Angriff basiren, hiermit den Truppen den alten „Elan" wiedergeben zu können?

Doch dieses nebenbei! Unsere Aufgabe ist, die Frage zu erörtern, in welcher Ausdehnung es möglich sein möchte, Infanteriedeckungen aus Metall herzustellen.

Die Schilde des „Spectateur" sollten zunächst aus zwei Metallplatten von je 3 mm Stärke bestehen; der zwischen beiden Platten liegende freie Raum von 5 cm sollte die Widerstandskraft des Schildes gegen auftreffende Geschosse vermehren. Die Konstruktion stimmt also ziemlich mit dem dänischen Schild des Kapitäns Holstein überein, welcher im Jahre 1888 in Dänemark und, wie es den Anschein hat, auch in Belgien drei Jahre später einer Prüfung unterworfen wurde, nur ist bei Holstein der Zwischenraum auf 25 mm normirt. Die Erhöhung der Widerstandskraft gegenüber einer Massivplatte von 6 mm soll erwiesen worden sein und wird darauf zurückgeführt, daß das Geschoß bei dem Durchdringen der ersten Platte wahrscheinlich eine merkliche Ablenkung erleidet, so daß es die zweite Platte nicht mehr winkelrecht trifft und mittelst seines Restes von lebendiger Kraft beim Schrägaufschlag nicht mehr zu durchbrechen vermag. Beachtung verdient diese Konstruktionsweise jedenfalls, besonders unter dem Gesichtspunkt, daß eine Ausfüllung des Zwischenraumes mit leichtem Material, wie Werg, Hanf, den Widerstand wesentlich erhöhen möchte, da sich das Geschoß in das Material verwickelt. Die Vermuthung liegt nahe, daß unter dem Infanterieschild von Konstantin Zanopolo, welcher im Jahre 1882 zu Cotroceni erprobt wurde — cadre matelassé — eine derartige „gepolsterte" Konstruktion zu verstehen sein möchte. Denn „mit Wasser gesättigt und in trockenem Zustande" wurde dieser trotz seiner angeblichen geringen Stärke von 3 mm selbst auf 2 m Abstand nicht durchschlagen. (Spectateur militaire, 15. August 1892.) So vorsichtig man auch derartige Notizen aufzunehmen hat, so sind sie doch wohl nicht aus der Luft gegriffen, und wenn auch Manches übertrieben sein mag, so ist ein ähnliches Resultat bei Anwendung besonders geeigneten Stahlmaterials und Polsterung denkbar.

Dem „Spectateur" kommt es nun naturgemäß darauf an, ein möglichst geringes Gewicht seiner Schilde zu erreichen, und er macht alle denkbaren Anstrengungen, um einen Schild von 40 kg

Gewicht für ausführbar und hinreichend widerstandsfähig zu erweisen. Diese 40 kg glaubt er, einem Mann auf mehrere Hundert Meter zu tragen zumuthen zu können — schon eine ganz gute Leistung. Um dies zu ermöglichen, muß der Schild natürlich mit verschiedenen Handhaben garnirt werden. Dieselben bestehen aus zwei Metallstangen am oberen Theil des Schildes, welche in gepolsterte Gabeln endigen, zum Auflegen auf die Schultern, und aus zwei Handgriffen an der Innenseite zum Eingreifen der Hände. Diese Garniturtheile werden immerhin nicht weniger als 10 kg wiegen können und sind überall zur Last des Schildes hinzuzurechnen, ein Umstand, welchen der „Spectateur" fast durchweg im Interesse der Leichtigkeit seiner Schilde zu erwähnen vergißt.

Bei der Wahl des Metalls richtet der Autor des französischen Journals sein Augenmerk hauptsächlich auf das Aluminium — natürlich! Wie viele Hoffnungen sind anfangs, als es gelungen war, dieses Metall zu billigeren Preisen und in größeren Mengen herzustellen, auf das Aluminium gesetzt worden! War es doch dreimal leichter als Eisen und sollte ebenso leistungsfähig sein. Als diese Hoffnungen zu Schanden wurden, wendete man sich den Aluminiumlegirungen zu, und unter diesen giebt es ja einige, welche eine ganz bedeutende Bruchfestigkeit und Dehnbarkeit miteinander verbinden. Diese könnte der „Spectateur" brauchen — aber sie sind nicht wesentlich leichter als Stahl, ein Umstand, welcher freilich wieder dem französischen Autor entgangen ist. Es wird zweckdienlich sein, eine Reihe Aluminiumbronzen und die Nickelstahlkompositionen von Schneider-Creuzot nebeneinander zu stellen, da Letztere zur Zeit wohl die bedeutendsten mit Eisen erreichten Leistungen repräsentiren. Zur Sprache kommen die Bruchbelastungen pro Quadratmillimeter und die Dehnungen bis zum Bruch in Prozenten der Länge, sowie die aus beiden Werthen berechneten Tetmayerschen Qualitätszahlen, welche das Produkt aus den Bruchbelastungen in Tonnen pro Quadratcentimeter und der Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge darstellen. Letztere Zahlen sind, weil auf beide Eigenschaften des Metalls, Bruchfestigkeit und Dehnbarkeit, rücksichtigend, zunächst die für den Vergleich brauchbaren. Sie belaufen sich bei gutem Flußstahl auf 120 bis 140. Sodann fällt die Bruchfestigkeit ins Gewicht, welche bei hartem Stahl 75 bis 80 zu betragen pflegt.

Zusammensetzung			Spezifisches Gewicht	Bruchbelastung pro qmm	Dehnung beim Bruch pCt.	Tetmayersche Qualitätszahl
Nickelstahl von Schneider-Creuzot.						
Nickel pCt.	Kohlenstoff pCt.	Mangan pCt.				
1,0	0,42	0,58	c. 7,5	90,7	11,0	99,77
3,0	0,35	0,57	" "	80,31	20,3	163,01
3,0	0,60	0,26	" "	81,09	10,1	81,9
4,7	0,22	0,23	" 7,6	63,77	23,4	149,22
5,0	0,30	0,30	" "	73,06	12,5	91,32
5,0	0,50	0,34	" "	81,88	15,6	127,73
25,0	0,82	0,52	" 8	74,95	47,6	356,76
49,4	0,35	0,57	" 8,25	58,89	12,0	70,67
Aluminiumbronzen.						
Alum. pCt.	Kupfer pCt.	Silber pCt.				
5	95	—	8,3	40,0	70,0	280,0
8	92	—	7,5—8,0 bearbeitet	45,0	60,0	270,0
8	92	—	7,5—8,0 gewalzt	60,0	24,0	144,0
90	—	10	2,9 kalt gehämmert	31,0	3,0	9,3
92	8	—	2,86 schwer zu bearbeiten	35,5	3,0	10,6
94	6	—	2,82 schwer walzbar	38,6	3,0	11,6
95	—	5	2,79 noch geglüht	16,0	6,0	9,6
95	—	5	2,79 kalt gehämmert	24,0	3,0	7,2
96	4	—	2,77 " "	31,0	3,0	9,3
98	2	—	2,71 " "	30,7	3,0	9,2
100	—	—	2,67 " "	18,7	3,0	5,6
100	—	—	2,67 geglüht	11,7	19,0	22,2

Aus der Zusammenstellung ergiebt sich, daß nur der 25prozentige Nickelstahl in ganz auffallender Weise alle Stahlsorten übertrifft, daß aber von Aluminiumbronzen überhaupt nur die geringprozentigen zur Sprache kommen können. Dieselben haben aber dasselbe spezifische Gewicht wie Stahl, und die durch den „Spectateur" beabsichtigte Erleichterung der Schilde durch Anwendung von Aluminium wird mithin hinfällig. Es ist zwar nicht undenkbar, daß sich noch eine andere Verbindung des Aluminiums, etwa mit Titan, herstellen läßt, welche hinreichende Leistungsfähigkeit besitzt, ohne den Vortheil des geringen Gewichtes daranzugeben, bis jetzt ist aber eine solche Legirung unseres Wissens noch nicht gefunden und erprobt worden, und wir müssen uns deshalb vorläufig auf die Verwendung von Chromstahl und Nickelstahl als der leistungsfähigsten Materien beschränken. Auch der „Spectateur" geht bei seinen Berechnungen stets von Chrom- oder Nickelstahl aus, da ersterer bezüglich seiner Widerstandsfähigkeit ja hinlänglich erprobt worden ist, ersetzt aber den Stahl durch Aluminiumbronze, indem er irrthümlich annimmt, daß dieselbe bei einer noch bedeutend größeren Widerstandsfähigkeit nur ein Drittel des Gewichtes habe. Er stützt sich auf die Schießresultate der Kommission von Gavre und theilt dieselben in der Darstellung mit, daß zur Aufhaltung des neuen Infanteriegeschosses

auf die Entfernung von	10	40	200	400 m
bei Eisenblech die Stärke =	12	10	6	4 mm
bei weichem Stahl = = =	10	9	4	3 =
und bei Chromstahl = = =	—	4	—	— =

genügend befunden sei. Danach hält er 4 mm für ausreichend. Bei dieser Stärke wurde allerdings die Chromstahlplatte nicht glatt durchschlagen, sondern angebohrt, und das Geschoß blieb darin stecken. Eine etwas größere Stärke erscheint somit doch wohl geboten, und der „Spectateur" glaubt ein Uebriges zu thun, wenn er in dem „viel widerstandsfähigeren" Aluminium eine Stärke von 6 mm annimmt, und bei der Berücksichtigung des geringeren Gewichtes würde dann der Schild nur 38 kg wiegen (la résistance des boucliers d'Aluminium IV, 44, 1889). Das ist ein starker Irrthum, denn der Schild wiegt $20{,}10 \cdot 0{,}06 \cdot 8 + 10 = 106$ kg mit Garnitur.

Macht sich das französische Journal hierbei eines Irrthums schuldig, welcher auf unzureichender Kenntniß und Orientirung beruhen mag, so verfällt es im Weiteren, bestrebt, seine Vorschläge in ein günstiges Licht zu stellen, in einen Fehler, welcher kaum verzeihlich sein möchte.

Es ist eine bekannte Thatsache, daß ein Geschoß, um eine Metallplatte zu durchschlagen, einer bei Weitem größeren lebendigen Kraft bedarf, wenn es unter einem spitzen Winkel, als wenn es winkelrecht auf dieselbe trifft. Die Ueberlegenheit der sphärischen Panzerkuppeln über die cylindrischen beruht hauptsächlich auf diesem Gesetz. Der „Spectateur" will sich dieses zu nutze machen und schlägt vor, die Schilde nicht senkrecht, sondern unter einem Winkel von 44 bis 45° geneigt zu tragen, indem er behauptet, daß dann eine **dreimal** größere lebendige Kraft erforderlich sei, um sie zu durchschlagen, und daß infolge dessen eine dreimal geringere Stärke gegen dieselbe Kraft des Geschosses ausreiche. Unter starrer Festhaltung an dieser Vorstellung kommt er in dem Aufsatz „La fortification offensive" (15. Juni 1891) zu einer Stärke von 1,33 mm Nickelstahl und einem Gewicht von 21 kg ausschließlich Garnitur, versäumt aber nicht darauf hinzuweisen, daß bei Anwendung von Aluminium ja noch bedeutende Gewichtsverminderungen eintreten können. Die Behauptung ist unrichtig. Das Schlimmste dabei aber ist, daß eine Autorität, wie General Brialmont, für die Richtigkeit der Behauptung ins Treffen geführt wird. Er wird in dem Aufsatz „A propos de boucliers" (15. Mai 1891) direkt genannt. Der „Spectateur" ist sonst vorsichtiger, er spricht von „den Einen" und „den Anderen", „diesen Herren" und „gewissen Schriftstellern", ohne Namen zu nennen; aber hier glaubt er sich den starken Beistand des Altmeisters der Kriegsbaukunst sichern zu müssen durch seine direkte Anrufung. Die Stelle seiner Schriften, auf welche er sich stützt, bezeichnet der Verfasser nicht, aber sie ist bei einigem Suchen leicht zu finden, nämlich: „Influence du tir plongeant", Kapitel III, pag. 136.

Brialmont sagt: „Un projectile arrivant sur une muraille cuirassée doit, pour la traverser, avoir une vitesse telle que sa composante suivant sa normale soit égale à la vitesse nécessaire pour le passage du projectile dans le sens de cette normale. Il résulte de là qu'un obus frappant sous l'angle d'arrivée de 35 dégrés (ou de 55 avec la normale) doit avoir

une force vive 3,04 fois plus grande que celle nécessaire pour la percer normalement. Si l'angle d'arrivée est de 25 dégrés, la force vive doit être 5,62 fois plus grande."

Das ist außerordentlich klar und nicht mißzuverstehen; vor Allem beugt Brialmont der Möglichkeit eines Mißverständnisses bezüglich der Winkelgröße vor, indem er dem Winkel, welchen die Geschoßrichtung mit der Plattenoberfläche bildet, den Ergänzungswinkel, welchen sie mit dem Einfallloth bildet, in Klammern beifügt; an Centesimalgrade ist dabei gar nicht zu denken. Wie verfährt nun der „Spectateur militaire"? Er berührt diese „durch die Erfahrungen von Bukarest als wichtig hervorgetretene theoretische Betrachtung" zum ersten Male in seinem Aufsatz, IV. 44. 1889, indem er sagt: „Wenn der Auftreffwinkel der Flugbahn mit der Normalen 55° bildet, bedarf es einer 3,04mal so großen lebendigen Kraft, als beim normalen Auftreffen des Geschosses." Die Zufügung des Komplementwinkels ist also — als überflüssig — weggelassen, und der Autor scheint selbst bei seinen späteren Ausführungen, wenn er auf diesen Gesichtspunkt zurückkommt, nicht mehr Brialmonts Originaltext, sondern sein Exzerpt vor Augen genommen zu haben. Sonst wäre es wohl undenkbar, daß er später, wie es scheint, die 55° als Centesimalgrade auffaßt und den Ergänzungswinkel mit 45° normirt. Der Einfachheit wegen spricht er aber des Weiteren immer nur von dem „Neigungswinkel der Platte" gleich 45° und erwähnt jenen zu Grunde gelegten Winkel von 55° gar nicht wieder. Auf andere Weise kann ich mir den merkwürdigen Irrthum des Verfassers nicht erklären.

Zum Ueberfluß giebt aber Brialmont noch eine Fußnote zu seiner oben angeführten Stelle, und diese lautet: „On trouve ces chiffres en multipliant par le facteur $\frac{1}{\sin^2 \alpha}$ la force vive nécessaire pour percer normalement la muraille, α etant l'angle d'arrivée contre la plaque oblique." Um seine Vorschläge auf gewissenhafte Weise zu motiviren, hätte der Autor des „Spectateur" diesen Wink benützen und für seinen Neigungswinkel von 45° das Verhältniß der lebendigen Kraft ausrechnen sollen.

Wenn er aber sein Verfahren bequemer fand, so entspricht dieses in geringem Maße der großen Wichtigkeit, welche er selbst den von ihm vertretenen Ideen beimißt, und es entspricht auch

nicht dem Standpunkt einer mit ernstem Streben für Vervollkommnung und weitere Entwickelung der Kriegswissenschaften und der Kriegsmittel arbeitenden Litteratur. Nicht Jedermann ist bemüßigt, bei Lesung der Artikel des „Spectateur" solchen Irrthümern nachzusinnen und nachzuforschen. Durch Jahre hindurch wiederholt und niemals korrigirt, erhalten derartige Behauptungen mehr und mehr Gewicht und dienen nicht zur Klärung und Förderung, sondern zur Verwirrung und Irreführung der Ansichten. Es ist deshalb dringend geboten, einem derartigen Schriftstellerthum entgegenzutreten.

Berechnen wir $\frac{1}{\sin^2 \alpha}$ für den Winkel von 45°, so erhalten wir den Werth = 2,0, und es wird also eine zweifache, nicht eine dreifache Kraft nothwendig sein zum Durchschlagen des unter diesem Winkel geneigten Schildes. Wie stark muß er nun sein, um Widerstand zu leisten? In harmloser Naivetät nimmt unser Autor an: „ein Drittel!" oder nur: „ein halb!" Aber so einfach und schnell kommen wir nicht zum Ziel. Zur Berechnung von Panzerstärken benutzt man bekanntlich die Kruppsche Formel, welche auch Herr v. Schütz, der Ingenieur des Grusonwerkes, in den „Neuen Militärischen Blättern" April 1885 schon mitgetheilt hat:

$$L = \frac{S'}{10} \sqrt[3]{\frac{S}{2r}}.$$

Hierin bedeutet L die lebendige Kraft pro 1 qcm Geschoßquerschnitt, welche erforderlich ist, um eine Platte von der Stärke S in Centimeter bei normalem Schuß zu durchschlagen; 2 r ist der Geschoßdurchmesser. Da beim Schrägaufschlag das Produkt mit $\frac{1}{\sin^2 \alpha}$ zu multipliziren ist, erhält man für die Stärke S'

$$L = \frac{S'}{10} \sqrt[3]{\frac{S'}{2r}} \cdot \frac{1}{\sin^2 45}.$$

Aus der ersten Formel ergiebt sich

$$S = L^{3/4}\, 10^{3/4}\, (2r)^{3/4} = 5{,}62\, L^{3/4}\, (2r)^{3/4},$$

aus der zweiten

$$S' = L^{3/4}\, 10^{3/4}\, (2r)^{3/4} \sin 45^{3/2}, \text{ also} = S \cdot \sin 45^{3/2}.$$

Da nun sin $45^{3}/_{9} = 0{,}59$ ist, so wird eine Platte unter 45° Neigung eine Stärke von 0,59 oder rund 0,60 der Stärke einer senkrecht stehenden Platte haben können, um demselben Geschoß Widerstand zu leisten. Nehmen wir Letztere zu 6 mm an, so erhalten wir 3,6 mm für die geneigte Platte, und der Schild des „Spectateur" würde 57 kg ohne, 67 kg mit Garnitur wiegen. Selbst bei 4 mm Stärke, als ausreichend gegen kleinkalibrige Geschosse angenommen, wird bei 45° Neigung die Plattenstärke 2,4 mm und das Gewicht des Schildes mit Garnitur mehr als 48 kg betragen. Nun vermindert sich aber die deckende Höhe des 2 m hohen Schildes durch die Schrägstellung auf 1,40 m und genügt selbst dann nicht zur Sicherung der ihm folgenden Kolonne, wenn ganz ebenes Gelände angenommen und die Unterkante 20 bis 25 cm über dem Boden gehalten wird. Der Schild muß 2,5 bis 2,6 m Höhe haben, um einigermaßen zu decken, und sein Gewicht steigt dann auf mindestens 60 kg. Abgesehen von der unhandlichen Länge, ist ein derartiger Schild nicht mehr — auch auf einige 100 m nicht — tragbar. Der „Spectateur" sollte seine Schilde auf Räder setzen und sich ein recht glatt gewalztes Terrain aussuchen für den Angriff.

Es scheint somit das Projekt des „Spectateur militaire" auch technisch nicht ausführbar zu sein, und im Interesse seiner Leser ist zu wünschen, daß er sein Augenmerk in Zukunft auf einen anderen fruchtbareren Gegenstand lenkt und denselben etwas gewissenhafter behandelt.

Der Gedanke, Deckungschilde auf Räder zu setzen, ist ja, ohne aufs Alterthum zurückzugreifen, nicht mehr neu. Oesterreich-Ungarn hatte solche Schilde unter dem Namen der Kompagnieschilde. Aber sie werden wohl niemals zu einem derartigen Zweck bestimmt gewesen sein, wie die Schilde des „Spectateur". Hierfür spricht auch, daß der österreichische zur Zeit durch einen anderen Schild ersetzt ist, dessen Zweck durch seinen Namen „Sappenschirm" hinreichend gekennzeichnet wird.

Im Stellungskriege haben die Panzerschilde unfraglich eine große Berechtigung, und in den Staaten Europas ist man fast durchweg dieser Frage schon vor längerer Zeit näher getreten. Man sucht die Deckung, welche der Schütze hinter seinem Erd-

aufwurf, mag derselbe diesen oder jenen Namen führen, immer nur bis zu dem Moment hinreichend findet, wo er sehen und schießen muß, durch Aufstellung von Schützenblenden zu vervollständigen, und man glaubt wohl auch, die Arbeiter, welche im wirksamen Gewehrfeuerbereich des Feindes — so namentlich im Festungskrieg — angestellt werden und ihre Thätigkeit längere Zeit fortsetzen müssen, durch Sappenschirme sichern zu können.

Schützenblenden bedürfen keiner großen Flächenausdehnung, und die Abmessungen der russischen Schilde*) von 50 und 45 cm werden dafür vollkommen genügen, selbst wenn man sie behufs schräger Auftreffwinkel in geneigter Lage auf der Erddeckung aufstellt und mittelst beweglicher Stützen feststellt. Eine größere Stärke würde diese Blenden noch nicht unhandlich machen, denn bei 6 mm würden sie noch im Gewicht von 12 bis 13 kg sich halten lassen einschließlich Stützen. Scharten mit Verschlußklappen gestatten Durchsicht und Schuß. Es fällt hier aber die Kostspieligkeit des Materials sehr ins Gewicht, welche mit der Stärke der Platten stark zunimmt. Bei der geringen Entfernung vom Gegner, auf welche die Schützenblenden im Festungskriege zur Verwendung kommen werden, ist nur durch ein auserlesenes und sehr kostspieliges Material eine hinreichende Widerstandskraft gegen die kleinkalibrigen Geschosse zu erzielen.

Um eine Vorstellung zu bekommen von der gesteigerten Durchschlagskraft der neuen Gewehre gegenüber den früheren großkalibrigen Hinterladern, berechne man die nach der oben mitgetheilten Kruppschen Formel nothwendigen Plattenstärken. Das alte deutsche Gewehr Modell 71/84 von 11 mm Kaliber, 25 g Geschoßgewicht und 435 m Anfangsgeschwindigkeit ergiebt $L = 0{,}25$ m und $S = 5{,}62 \cdot 0{,}25^{3/4} \cdot 1{,}10^{1/4} = 20$ mm; dagegen das französische Lebelgewehr von 8 mm Kaliber, 15 g Geschoßgewicht und 630 m Anfangsgeschwindigkeit $L = 0{,}6$ und $S = 5{,}62 \cdot 0{,}6^{3/4} \cdot 0{,}8^{1/4} = 36$ mm. Diese errechneten Stärken können nicht für Konstruktionen direkt maßgebend sein, da die Formel für wesentlich von den zur Sprache kommenden abweichende Verhältnisse aufgestellt und erprobt ist. Die auf eine bedeutend höhere Stufe der Widerstandskraft ent-

*) s. Mittheilungen ꝛc. 1891, 5. Heft.

wickelten Materialien spielen hierbei eine wesentliche Rolle, so daß die ermittelten Zahlen nur einen Maßstab für die Steigerung der Durchschlagskraft abgeben können. Es scheint aber noch ein zweiter Umstand bei der Beurtheilung der Wirkung der kleinkalibrigen Geschosse zur Sprache zu kommen. Die Versuche ergaben, daß bei der Beschießung mit den alten Gewehren nicht sowohl ein glattes Durchschlagen, als vielmehr eine allmähliche Zertrümmerung der Platten eintrat, während die Hartblei-Mantelgeschosse der kleinkalibrigen Gewehre den Panzer, falls er zu dünn gewählt ist, glatt durchschlagen, ohne Risse zu erzeugen. Wird diese Beobachtung bei annähernd gleichen Größen der lebendigen Kraft gemacht, so scheint sie darauf hinzudeuten, daß der größere Geschoßquerschnitt des alten Gewehres zahlreichere Angriffspunkte findet, um die Platte in Schwingungen zu versetzen; die geringere Geschwindigkeit mag hinreichende Zeit für eine derartige Einwirkung dieser Schwingungen gewähren, daß die Platte bei unzureichender Zähigkeit des Materials reißt, wohingegen das kleinere Geschoß bei der größeren ihm ertheilten Geschwindigkeit die Platte vom selben Material einfach durchschlägt. Durch die erheblich größere lebendige Kraft, welche dem kleinkalibrigen Geschoß innewohnt, tritt diese Eigenthümlichkeit noch mehr in den Vordergrund.

Es liegt auf der Hand, daß unter solchen Umständen für die Panzer gegen Gewehrfeuer ein hauptsächliches Gewicht auf die Härte, auf die Bruchfestigkeit des Materials wird zu legen sein, während die Ansprüche bezüglich der Zähigkeit mehr in den Hintergrund treten dürfen, als bei den Panzerplatten gegen Geschützfeuer; es werden mithin Chromstahl, Wolframstahl und Manganstahl in Betracht kommen.

Nach den Mittheilungen der Kommission von Gavre soll eine Chromstahlplatte von 4 mm Stärke dem Lebelgewehr auf 40 m Schußweite widerstanden haben; dieses Resultat wird aber jedenfalls noch durch weitere Versuche zu bekräftigen sein. Versuche mit Nickelstahl haben unseres Wissens noch nicht stattgefunden. Bei diesem, wenigstens in einigen Zusammensetzungen, vorzüglichen Material ist es aber nicht sowohl die Bruchfestigkeit, welche prävalirt, als vielmehr eine sehr bedeutende Dehnbarkeit in Ver-

bindung mit einer normalen Bruchfestigkeit. In Amerika sind Frostversuche mit Nickelstahl ausgeführt worden, wie sie neuerdings bei verschiedenen Eisenarten vorgenommen wurden, um deren Verhalten bei hohen Kältegraden zu erproben, und wie sie z. B. nachgewiesen haben, daß das Flußeisen starke Abkühlung vertragen kann, während das Schweißeisen wesentlich an guten Eigenschaften einbüßt. Bei dem Nickelstahl wurde konstatirt, daß eine Zunahme der Härte bei Frosttemperatur durchaus nicht stattfindet, aber eine nicht unbedeutende Sprödigkeit sich einstellt (Stahl und Eisen, 1891, Nr. 1, 74), ein Umstand, welcher immerhin dem Nickelstahl gegenüber zur Vorsicht mahnt.

Einer näheren Prüfung werth scheint der Manganstahl zu sein, über welchen H. M. Howe in Boston im Jahre 1891 einen hochinteressanten Vortrag veröffentlichte (Stahl und Eisen, 1891, Nr. 12, 993). Die Eigenschaften des Eisens wechseln mit dem verschiedenen Mangangehalt in auffallender Weise. Sobald der Letztere über $2^1/_2$ pCt. steigt, vermindert sich die Festigkeit und Dehnbarkeit, während die Härte wächst. Diese Einwirkung erreicht bei ungefähr 6 pCt. ein Maximum. Steigt der Gehalt über 6 pCt., so wachsen Festigkeit und Dehnbarkeit, deren Maximum bei 14 pCt. erreicht wird, während die Härte langsam abnimmt; jedoch ist das Metall beim Gehalt von 14 pCt. noch so hart, daß es mit Stahlwerkzeugen schwer zu bearbeiten ist. Steigt nun aber der Gehalt an Mangan über 15 pCt., so wird die Dehnbarkeit plötzlich geringer, während die Festigkeit nahezu dieselbe bleibt, bis der Mangangehalt 18 pCt. überschreitet, dann nimmt auch diese plötzlich ab. Die Verwendbarkeit für den vorliegenden Fall als Schützenblenden möchte danach zwischen 6 und 14 pCt. Mangangehalt zu suchen sein.

Howe hat auch Versuche mit Panzerplatten aus Manganstahl angestellt. An einem Rammbär befestigte er ein Hartstahlgeschoß und ließ es aus einer Höhe von 2,44 m auf die Probeplatten von $228 \times 228 \times 19$ mm fallen. Eine Schmiedeeisenplatte wurde vollständig durchschlagen, eine Flußstahlplatte mit 0,25 pCt. C zersprang, drei Manganstahlplatten erhielten vier Schläge, welche in zwei Fällen 13, in den beiden anderen 16 mm eindrangen. Ist dieser Versuch auch durchaus nicht geeignet, bestimmte Schlußfolgerungen daraus zu ziehen, so möchte er doch

zu weiteren Prüfungen anregen. Gerade für den vorliegenden Zweck verspricht der Manganstahl möglicherweise große Vortheile; ist er doch auch bezüglich des Kostenpunktes günstig.

Nächst der Wahl des Materials fällt für die Schützenblenden die Konstruktion insofern ins Gewicht, als die Kombination von zwei dünneren Platten nach den angestellten Versuchen dem Schild eine Widerstandskraft ertheilt, welche diejenige der doppelt so starken einfachen Platte nicht unwesentlich übertrifft. Der „Spectateur" hatte für den Zwischenraum 5 cm vorgeschlagen, der Holsteinsche Schild soll 25 mm besitzen, anderen Orts sind 40 mm angenommen worden. Die beiden Platten sind durch Coulissen gegeneinander zu versteifen, der Zwischenraum mit Hanf oder Werg zu füllen, und vielleicht möchte sich empfehlen, die Coulissen schräg zu stellen und so dicht, daß das Geschoß nach Durchbohrung der vordersten Platte zunächst auf eine Coulisse trifft.

Bei Konstruktion der Sappenschilde ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß der einzelne Arbeiter neben seinem Schanzzeug den Schild vom Depot bis zum Arbeitsplatz zu tragen hat. Auf diesem eventuell vom Gegner beschossenen Wege wird er den Schild als persönliche Deckung benutzen können, also vor dem Körper so tragen, daß den Beinen die freie Bewegung gewahrt und der Ausblick nicht gehindert wird. Beschränkt man die Höhe des Schildes derart, daß nur Kopf und Oberkörper gedeckt werden und versieht man ihn mit einem Guckloch in Augenhöhe, so möchte diesen Bedingungen entsprochen sein und auch das Gewicht sich in annehmbaren Grenzen halten lassen. Die Abmessungen des russischen Schildes sollen 90 und 60 cm betragen und möchten im Allgemeinen eine Norm abgeben; bei 6 mm Stärke wiegt der Schild annähernd 25 kg. Der österreichische Sappenschirm hat bei 5,5 mm Stärke annähernd dieselben Abmessungen (85 und 63 cm) und wiegt einschließlich der Spreizstange, welche ihn mit 75° Neigungswinkel aufzustellen gestattet, und eines Traggurtes 26,8 kg. Zur Deckung des arbeitenden Mannes genügt diese Deckungshöhe ebenfalls unter der Annahme, daß er knieend und vorgebeugt die Erdarbeit beginnt. Mit Benutzung eines besonders harten Materials möchte es gelingen, die Sappenschilde bis auf 5 oder 4 mm Stärke und bis unter 20 kg einschließlich der

Garniturstücke herabzumindern, da ja Letztere bei Weitem einfacher und leichter zu gestalten sind, als bei dem hohen, unter einem Winkel vor dem Körper zu tragenden Schilde des „Spectateur". So wenig also die Idee dieses Journals geeignet scheint, in Zukunft irgend eine werthvolle Verwirklichung zu finden, so angemessen und ausführbar erscheint es andererseits, die Konstruktion von Schützenblenden und Sappenschilden mit sorgsamer Ausnutzung aller Vortheile, welche die fortschreitende Wissenschaft darbietet, weiter zu entwickeln und in diesen Schilden nicht zu unterschätzende Schutzwaffen für die Zukunft zu gewinnen.

Kleine Mittheilungen.

3.

Oesterreich.

Die Zeugdepots der Pionier- und Genietruppen.

Unter den Schwierigkeiten, welche der Vereinigung der Genietruppen mit dem Pionier-Regimente entgegenstanden, befand sich auch die Erledigung der Frage, wie es in Zukunft mit der Verwaltung und Aufbewahrung der reichen Vorräthe an Material und Werkzeugen für den Dienst der technischen Truppen gehalten werden solle, da diese Vorräthe bisher theils den Geniedirektionen und Genietruppen, theils dem Pionier-Regimente angehörten. Es ist nun diese Angelegenheit in ziemlich einfacher Weise geordnet worden, indem das gesammte bewegliche Material der Pioniertruppe (derzeit noch ein Regiment formirend) übergeben wurde.

Es wird das bisherige Pionier-Zeugdepot in Klosterneuburg in ein Haupt-Zeugdepot umgewandelt, und es bildet das bisherige Genie-Hauptdepot in Wien die erste Filiale des Klosterneuburger Depots. Der Stand des Personals wird nur bei der Filiale um einige Unteroffiziere und Soldaten vermehrt. Doch wird wie bisher in Klosterneuburg hauptsächlich das Material für den Brücken- und Wasserbau, in Wien dagegen das Material und Werkzeug für den Sappeur-, Mineur- und Feldgeniedienst aufbewahrt. Bei ersterem Depot werden auch Werkstätten eingerichtet werden. Das in Verwahrung der Wiener Filiale befindliche Material der Verpflegungsanstalten wird, da die Feldbacköfen nicht mehr von den Genietruppen hergestellt werden, binnen einer bestimmten Frist den Verpflegungsanstalten und Magazinen übergeben werden.

Außerdem befinden sich größere und kleinere Zeugdepots in verschiedenen Orten, so namentlich in den Hauptorten der Territorialbezirke und den meisten Festungen. Doch werden diese Depots meistens von den Geniedirektionen der betreffenden Orte, falls sich in selbigen keine Pionierabtheilung befindet, sonst aber von dieser verwaltet, und es sind nur das Hauptdepot und die größeren Filialen als selbstständige Abtheilungen aufgestellt. Auch die Augmentationsvorräthe der Pioniertruppen, d. h. die zur Ausrüstung der auf Kriegsstand gebrachten Bataillone und Brückenequipagen erforderlichen Fuhrwerke, Werkzeuge, Requisiten, Materiale 2c. werden von den Truppen aufbewahrt und verwaltet.

Das Haupt-Zeugdepot und die Wiener Filiale übernehmen und verwahren das von Lieferanten und Fabriken übergebene Material, betheilen damit die anderen Filialen, ergänzen die Augmentationsvorräthe der Truppen und tauschen die unbrauchbar gewordenen Gegenstände aus. Letztere werden dann an das Hauptdepot zurückgesendet oder an Ort und Stelle veräußert. In manchen Fällen dürfen übrigens auch die anderen Depots und selbst die Truppen einen Theil der erforderlichen Gegenstände durch Handeinkauf anschaffen und Reparaturen oder Neuerzeugungen veranlassen, wenn es für vortheilhafter befunden wird. Ob auch die Ausrüstung der Pioniere der Fußtruppen und der Kavallerie durch die Depots der Pioniertruppe besorgt werden wird, scheint noch nicht entschieden zu sein. Doch ist es wahrscheinlich, sowie auch die Landwehr — natürlich gegen Vergütung des Erzeugungspreises, da das Budget der Landwehr von jenem des stehenden Heeres getrennt ist — die Ausrüstung ihrer Truppenpioniere von jenem Depot beziehen dürfte.

Das unbewegliche Material des Geniewesens, nämlich alle Befestigungswerke, Kasernen und Militärgebäude, verbleibt in der Verwaltung der Geniedirektion, deren Personal aus den Offizieren des bisherigen Geniestabes und den Fortifikationsbeamten besteht. Doch giebt es auch viele Kasernen und andere Gebäude, welche von den in denselben befindlichen Truppen und Anstalten selbstständig verwaltet werden.

Im Kriegsfalle werden von den gedachten Depots stabile und mobile Feld-Zeugsdepots, welche wieder die erforderlichen Schanzzeugkolonnen aufstellen, ausgerüstet.

Das Material des Eisenbahn- und Telegraphen-Regime verbleibt in der Verwaltung desselben, und befinden sich die Dep in Korneuburg. Ebendaselbst werden künftig auch alle der a nautischen Abtheilung — deren definitive Aufstellung in Bä zu erwarten ist — gehörenden Gegenstände aufbewahrt werd Uebrigens dürften verschiedene Gegenstände (namentlich Apparat welche gegenwärtig in den Magazinen der noch bestehenden Ge Bataillone, der Pioniere, des Eisenbahn-Regiments und Artillerie zu finden sind, einer oder der anderen dieser Trupp ausschließlich zugewiesen werden, wie es z. B. schon früher den Seeminen und verschiedenen optischen Signal- und L leuchtungsapparaten, die der Marine überwiesen wurden, schehen ist.

—h.

XII.

Gedanken über den Luftschifferdienst

von

Moedebeck,
Hauptmann und Kompagniechef im Schleswigschen Fußartillerie-Bataillon Nr. 9.

Einleitung.

Der Luftschifferdienst ist im Allgemeinen wenig bekannt. Es ergeben sich daraus Anschauungen von demselben, welche die berufsmäßige Thätigkeit, die den Militär-Luftschiffern obliegt, nicht nur nicht richtig auffassen, sondern auch unterschätzen. Man meint vielfach, den Ballon füllen und an der Winde hochlassen und herabziehen, sei der Kardinalpunkt des Luftschifferdienstes. Das erscheint einfach und leicht zu lernen, und man begreift nicht, wie eine nur diesen Dienst gebildete Truppe, welche das Ballonmaterial nicht selber anfertigt, jahraus jahrein in der angestrengtesten Weise thätig sein muß, um ein kriegsbrauchbares Werkzeug zu werden.

In dem Folgenden soll nun der Versuch gemacht werden, die Ausbildung im Luftschifferdienst systematisch zu ordnen und allgemein verständlich darzustellen. Es liegt auf der Hand, daß jedes Luftschiffermaterial Eigenheiten besitzt, welche eine besondere Ausbildung an demselben erforderlich machen. Derartige Details mußten nicht berücksichtigt werden, weil uns das Material der verschiedenen Armeen nicht in der erforderlichen Weise genau bekannt ist.

Wir haben bei dem folgenden Ausbildungssystem auf zwei Arten von Luftschiffermaterial gerücksichtigt, nämlich auf das englische und das französische, welche nach sehr verschiedenen Gesichtspunkten konstruirt sind und daher eine voneinander abweichende Ausbildung des Personals bedingen.

I. Ausbildung am Luftschiffermaterial.

1. Das Füllen des Ballons.

Mit ungeübten Leuten muß man das Füllen an einem möglichst windstillen Tage, oder noch besser in einem abgeschlossenen Raume beginnen. Hierbei wird ihnen erläutert, wie darauf zu achten ist, daß das einfließende Gas sich gleichmäßig in der Hülle vertheilt, ferner wie dabei die Netzmaschen gezogen und die Sandsäcke eingehakt werden müssen. Nach Vorhandensein einiger Uebung in diesen Verrichtungen nimmt man die nächste Füllung bei etwas windigem Wetter im Freien vor, wobei infolge der Bauschungen des Stoffes im Winde das Zurechtlegen des Netzes sich schwieriger gestaltet und auch das Halten und Beschweren des Ballons umständlicher wird, zumal wenn man, was zu empfehlen ist, die Zahl der Bedienungsmannschaften nach und nach beschränkt. Bei ruhigem Wetter kann nach Beendigung der einleitenden Arbeiten der Untersuchung und Auslegung des Materials die Beaufsichtigung einer Ballonfüllung einem geübten und zuverlässigen Manne übertragen werden; vorausgesetzt wird hierbei natürlich die Handhabung eines Kriegsballons, der ja verhältnißmäßig klein ist. Große Ballons bedürfen selbstverständlich auch zahlreicherer Arbeitskräfte.

Sobald die Hülle beinahe mit Gas gefüllt ist, muß der die Füllung Leitende durch Ruf oder Signal die ganze Bedienung sammeln, um alsdann den Ballon mit allem für die Auffahrt Nothwendigen, Ring, Korb 2c., zu versehen.

Mit dem Fortschreiten der Ausbildung der Leute sucht man das Füllen unter immer ungünstigeren Bedingungen zu bewerkstelligen, wobei alle Hände eingreifen müssen, den Ballon zu halten, und schließlich besondere Mittel erforderlich werden, um das Gas ohne Zeitverlust in den Ballon hineinzubringen, weil der Winddruck gegen den Ballon bisweilen stärker ist als der Druck, unter welchem das Gas hineingeleitet wird. Füllungen, für die komprimirtes Gas mitgenommen ist, lassen sich auch bei Wind ohne Störung vollziehen, weil hierbei ein stärkerer Druck durch das komprimirte Füllgas leicht hervorgebracht werden kann. Muß man aber aus Gaserzeugern oder Gasometern füllen, so empfiehlt es sich, in den Füllschlauch einen besonders konstruirten Ventilator

einzuschalten, mit dem sich das Gas in die Ballons einpumpen läßt. Wir sehen hieraus schon, wie unter Umständen die Verschiedenheit der Gasbehälter auf die Füllarbeit einwirkt. Man unterscheidet darin:

a) Füllen aus Gasometern,
b) = aus einem Ballon in einen anderen,
c) = aus Gaserzeugern,
d) = aus Behältern mit komprimirtem Gase.

Für jeden einzelnen Fall giebt es besondere Erfahrungen und Handgriffe, die der Luftschiffer kennen und beherrschen muß.

2. Die Gasbereitung.

Die Wasserstoffbereitung — nur um solche kann es sich hauptsächlich handeln — ist eigentlich die Achillesferse der Militär-Luftschifffahrt. Wozu befassen wir uns noch damit, mögen wohl Manche fragen, nachdem doch überall das Mitführen des Gases in komprimirtem Zustande Eingang gefunden hat? Der Verbrauch an Ballongas wird im Kriege zeitweise ein sehr großer werden, und wer will sich darauf verlassen, daß der Nachschub komprimirten Gases den Bedarf rechtzeitig deckt? Der Luftschiffer soll daher darauf bedacht sein, Gaserzeugungsapparate im Felde improvisiren zu können, wie es 1794 die französischen, 1870 die preußischen Luftschiffer gethan haben. Es ist daher erforderlich, die Luftschiffer in der Einrichtung der allereinfachsten Gaserzeuger, der alten Tonnenapparate, oder der Coutelleschen Oefen zu üben. Ein richtiger Drill läßt sich bei Verwendung fahrbarer Gaserzeuger betreiben. Soll Alles dabei ohne Störung gehen, so bedarf es einer sehr sorgfältigen Bedienung und aufmerksamer Ueberwachung. Zweckmäßigerweise werden diese Manöver vor der eigentlichen Gasdarstellung erst mit den dazu bestimmten Leuten mehrmals geübt.

Es darf auch nicht außer Acht gelassen werden, daß man im Feindeslande sich vorfindende Leuchtgasfabriken sehr gut für verschiedene Zwecke der Militär-Luftschifffahrt verwerthen kann. Die Luftschifferoffiziere müssen daher die Grundzüge der Leuchtgasfabrikation kennen und die Verwerthung derartiger industrieller Anlagen verstehen.

3. Die Fesselfahrten.

Zunächst muß man daran festhalten, daß die zum Fertigmachen des Ballons für die Fesselfahrt nöthige Zeit, welche zwischen der Vollfüllung und dem Aufstieg liegt, möglichst beschränkt werde. Das Füllen selbst läßt sich im Kriege auch bei Tage dem feindlichen Einblick entziehen, wenn man eine entsprechende Deckung im Gelände hierfür vorfindet. Für das Fertigmachen liegt aber die Gefahr vorzeitiger Entdeckung nahe, weil der Ballon hierbei höher gelassen werden muß und dann aus niederen Deckungen, wie z. B. Wäldern 2c., herauskommt. Es bleibt deshalb anzustreben, daß das Fesseln und Montiren mit Korb und Zubehör bei tiefliegendem Ballon stattfindet und mit dem Hochlassen desselben gleichzeitig das Aufsteigen verbunden werden kann. Mit anderen Worten, der Ballon muß überraschend auftreten.

Die Fesselung selbst kann durch Menschen, durch Dampf- und Handwinden geschehen. Jede Art bedarf einer besonderen Schulung des Personals. Ungeübte Leute bringt man bei schlechtem Wetter in große Gefahr, sobald man einen Ballon durch sie am Tau aufsteigen oder einholen läßt. Die vordersten Leute werden leicht in die Höhe gerissen und umhergeschleudert und bringen, wenn sie schließlich loslassen, beim Abgehen des Ballons die hinteren in Gefahr, mit hochgerissen zu werden. Mit allen Mitteln der Disziplin muß daher dagegen gekämpft werden, daß auch unter ungünstigsten Verhältnissen kein Mann das Haltekabel losläßt. Der vorderste Mann muß dagegen beim Aufsteigen und Einholen des Ballons fortwährend wechseln. Das geschieht derart, daß beim Aufsteigen der vorderste Mann auf Kommando abtritt und als letzter am Tau anfaßt und so fort; ebenso wird es umgekehrt beim Einholen gemacht.

Sehr viel leichter und ungefährlicher ist das Auflassen durch Mannschaften über eine in der Erde verankerte Rolle, weil hierbei ein Hochreißen der Leute nicht erfolgen kann. Man hat dafür aber andererseits die Unannehmlichkeit, an den Platz gebunden zu sein.

In vielen Armeen ist die Dampfwinde eingeführt. Mit ihr geht das Auffahren und Einholen ohne Schwierigkeiten von

statten. Die Uebungen, welche durch sie bedingt werden, sind folgende:

a) Ausbildung eines Maschinenpersonals,
b) Abziehen des Ballons beim Auf- und Absteigen vom Dampfkessel, sobald er demselben nahe ist,
c) Fahren der Winde mit aufgelassenem Ballon.

Ueber den Werth der Dampfwinden läßt sich im Allgemeinen streiten. Sie bleiben immer umständliche, kostbare und leicht verletzbare Maschinen. Aus diesem Grunde haben einige Staaten einfache fahrbare Handwinden angenommen, bei denen man nur Leute zur Bedienung der Bremsen auszubilden braucht; der Auftrieb des Ballons wickelt das Kabel von selbst ab. Vom Standpunkte der Einfachheit aus betrachtet, gehört der Handwinde sicherlich die Zukunft. Eine besondere Uebung bildet das Einholen mit einer Handwinde. Das Aufwickeln des Kabels auf der Trommel würde viel zu viel Zeit beanspruchen; es geschieht in der Art, daß man das Kabel durch Mannschaften, welche eine auf dem Kabel laufende lose Rolle nach einer beliebigen Richtung hinziehen, herunterdrücken läßt.

Die Handwinden sind sehr leicht und lassen sich daher über jedes Gelände hinwegfahren; liegt die Gefahr vor, daß der Ballon die Maschine bei einem zu starken Winde umreißen könnte, so läßt sie sich durch angehängte Ballastsäcke ohne Schwierigkeiten schnell beschweren bezw. bei feststehender Station verankern.

Beim Fesselfahren ist ferner das Herabziehen des Korbes zum Ein- und Aussteigen der Beobachter, das Untersuchen der Fernsprechleitung, das Fernsprechen selbst und das Regeln des Ballastes nach dem Auftrieb des Ballons besonders zu üben. Ungünstige Witterung kann diese Uebungen beträchtlich erschweren.

4. Verankerungsübungen.

Die Verankerung eines Fesselballons beginnt mit dem schulmäßigen Exerzitium des Herabziehens und Abrüstens desselben; in das Netz werden möglichst viele Sandsäcke, rund herum gleichmäßig vertheilt, eingehakt; die Halteleinen werden an Pfähle gebunden, welche um den Ballon herum eingetrieben sind. Am Ballonring, der am Netz bleibt, wird der Anker oder das Haltetau angebunden, um den Ballon noch besonders nach der Wind-

seite hin zu sichern. Die Windseite wird auch stärker mit Ballast beschwert, damit der Ballon sich nicht heben kann. Das Verankern wird in der Regel sehr schnell erlernt. Man sollte es aber dabei nicht allein bewenden lassen, sondern die Truppe auch in Herstellung von Windschutzbauten üben, denn das Gelände ist nicht überall so beschaffen, daß man günstige, windgeschützte Verankerungsstellen vorfindet. Man kann leicht einen solchen Windschutz an Waldrändern unter Zuhülfenahme der großen Unterlegepläne improvisiren; aber das sollte nicht von der Beschaffung eines hierfür besonders eingerichteten Materials abhalten. Eine zweckmäßig erscheinende Konstruktion eines solchen Windschutzes hatte schon 1792 Conté für die Luftballons der französischen Republik erfunden. Sie bestand in einem festen Zelttuch, welches mit einem Ende rund um die obere Calotte der Ballonkugel, mit dem anderen am Erdboden sehr solide befestigt ward. So schützte es den unteren Theil des Ballons, welcher den geringsten Gasdruck hat und daher oft schlaff und faltig liegt, gegen die an jenen Stellen am schlimmsten wirkenden Windstöße. Oben, wo der starke Gasdruck für eine stets glatte und widerstandsfähige Kugelfläche sorgt, gleitet der Wind, sobald der Ballon fest verankert liegt, ohne Gefahr ab. Das gleichsam wie ein Kragen den Ballon umschließende Zelt brachte es außerdem mit sich, daß jeder aufstoßende Wind den Aerostaten fester gegen die Erde drückte und die innere Gasspannung auf diese Weise selbstthätig vergrößerte.

Auch das angeführte Improvisiren von großen Windschirmen ist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick erscheint. Man bedenke, daß solche Arbeiten auch während eines plötzlich auftretenden Gewittersturmes ausgeführt werden müssen. Unter solchen Umständen arbeitet es sich schlecht mit so riesenhaften Plantüchern, dazu gehören Vorbereitungen, d. i. eine für solche Fälle erprobte Ausrüstung mit geeigneten Werkzeugen und ein hierin geschultes Personal. Erst im äußersten Nothfalle darf man sich dazu entschließen, einen Ballon wegen schlechter Witterung zu entleeren, die Schwierigkeiten jeder Neufüllung im Kriege machen das dem Luftschiffer zur Pflicht.

5. Transportübungen.

Einen der lehrreichsten und abwechselungsvollsten Dienstzweige der Luftschiffertruppe bieten die Transportübungen mit gefüllten Ballons. Was den Transport an sich anbelangt, so kann man folgende drei Fälle unterscheiden:

1. Transport des hochgelassenen Ballons am Kabelwagen in allen Gangarten;
2. Transport durch Mannschaften bei hochgelassenem Ballon;
3. Transport durch Mannschaften vermittelst Anpacken an die Maschen des Ballonnetzes.

Der erste Fall setzt ein freies Gelände ohne Hindernisse, sowie eine geeignete günstige Witterung voraus, Bedingungen, die nur stellenweise und zeitweise vorhanden sind. Außerdem muß der Kabelwagen für solche Transporte, die oft querfeldein gehen müssen, geeignet sein.

Der Transport am Tau durch Mannschaften ist sehr zu empfehlen, wenn man mit dem Winde marschirt. Man kommt alsdann in unglaublich kurzer Zeit an sein Ziel. Gegen den Wind ist diese Halteart aber nicht praktisch, weil der Ballon mit jeder Windboe niederschlägt, wodurch das Vorwärtsbringen sehr erschwert wird. Man hält ihn dann besser ganz tief an den Netzmaschen fest, was außerdem auch überall da angewendet werden muß, wo man vom Gegner unentdeckt bleiben und überraschend aufsteigen möchte.

Ein besonderer Reiz liegt für alle Ballonmärsche im Nehmen von Hindernissen jeglicher Art, wie Uebersetzen über Flüsse, Ueberschreiten von Festungsgräben, Telegraphenleitungen, ebenso wie ein Transport durch oder über schwierige Passagen, z. B. enge Straßen, Brücken u. s. f. Hierbei ergiebt sich von selbst eine Kombination der verschiedenen Transportarten während eines Marsches. Die Richtung des Windes zur Lage des Hindernisses trägt das Ihrige dazu bei, solche Uebungen zu mehr oder weniger schwierigen zu gestalten. Wie oft läuft der Aerostat dabei Gefahr, von Bäumen oder an Gebäuden zerrissen, oder durch unsichtbare Funken aus Schornsteinen verbrannt zu werden? Wie mannigfaltig sind entsprechend den obwaltenden Verhältnissen die Anordnungen, welche zur Vermeidung solcher Gefahren getroffen

werden müssen! Häufig hängt das geschickte Durchbringen des Ballons nur von einem richtig ausgenutzten Augenblicke ab, wo der Wind etwas nachgelassen hat. Es lassen sich für das Ueberwinden von Transportschwierigkeiten auch keine Regeln geben, die Erfahrung muß hier Lehrmeisterin werden, und zu diesem Zwecke sind recht häufige und ausgedehnte Ballonmärsche unumgänglich nöthig.

6. Untersuchen und Ausbessern des Luftschiffermaterials.

Es ist klar, daß ein so leicht verletzbares Material oft Veranlassung zu Ausbesserungen geben wird, und daß, um Gefahren vorzubeugen, jeder Ingebrauchnahme desselben eine eingehende Untersuchung vorangegangen sein muß.

Man hat zu unterscheiden zwischen einer gewöhnlichen Revision und einer eingehenden Untersuchung, die längere Zeit und besondere Mittel beansprucht. Erstere wird beim schulmäßigen Zusammenlegen der Hülle durch die Mannschaften besorgt, indem diese sorgfältig auf kleine Löcher oder Beschädigungen des Dichtungsmittels den Stoff untersuchen und ebenso das Netz, Ventile, Leinen, Korb u. s. f. auf deren Güte nachsehen. Diese Arbeit muß nach jeder Entleerung des Ballons in militärischer Weise geübt werden, damit sie bei aller Gründlichkeit doch schnell von Statten geht. In ähnlicher Weise werden Wagen und Maschinen auf äußerliche Beschädigungen, Gangbarkeit aller Theile, Festsitzen der Schraubenmuttern, Dichtigkeit der Rohrverbindungen, Tadellosigkeit der elektrischen Leitungen und aller zugehörigen Apparate von denjenigen Leuten untersucht, welche für die betreffenden Dienstverrichtungen besonders geschult sind.

Dabei wird gelehrt, wie kleinere Schäden im Felde schnell beseitigt werden.

Für eine eingehende Besichtigung des Ballons muß die Hülle mittelst eines Ventilators ausgelüftet und alsdann mit Luft aufgeblasen werden. Bei der Untersuchung von innen aus läßt sich auch das kleinste Loch mit Leichtigkeit erkennen. Ist der Ballon schon längere Zeit in Gebrauch, so empfiehlt es sich, auch auf der Zerreißmaschine zeitweise wieder einmal eine Prüfung der Festigkeit seines Stoffes vorzunehmen, denn erklärlicherweise ist dieser

durch die Einwirkung von Nässe, Hitze und Kälte der allmählichen Verwitterung ausgesetzt.

Weiter müssen auch die Federn und Gummitheile der Ventile geprüft werden.

An den Wagen und Maschinen findet gewöhnlich bei eintretenden Reparaturen eine eingehende Untersuchung statt.

II. Die Ausbildung im Erkunden und Beobachten.

1. Schwierigkeiten der Ballonbeobachtung.

Nachdem die Luftschiffertruppe gelernt hat, unter allen Verhältnissen mit dem Ballon richtig umzugehen, kann zum Hauptdienstzweig, nämlich zur Schulung von Offizieren und älteren Unteroffizieren im Erkunden und Beobachten übergegangen werden.

Das Beobachten bedeutet für die Militär-Luftschifffahrt dasselbe, was für die Infanterie das Marschiren, für die Kavallerie das Reiten, für die Artillerie das Schießen ist. Man unterschätzt häufig die Schwierigkeiten, die sich einer guten Ballonbeobachtung entgegenstellen, und macht sich keinen Begriff von der Ausbildungsfähigkeit einer solchen. Das Ungewohnte eines je nach Stärke und Art des Windes mehr oder weniger schwankenden und pendelnden Aufstellungsortes erzeugt zunächst ein Gefühl der Unsicherheit in dem Neuling, welches seine Beobachtung beeinträchtigt, weil er derselben nicht seine volle Aufmerksamkeit zuwendet. Weiter erscheint ihm das Gelände in ganz anderer Weise, wie er es von unten zu sehen gewohnt ist. Was sich unten fern am Horizont in Konturen seinem Gedächtniß eingeprägt hat, ist verschwunden, und dafür tauchen am fernen Horizont ganz neue Konturen auf. Was der Beobachter aber sucht, liegt anscheinend nahe in breiter Fläche vor ihm. Er muß sich erst im Großen orientiren, bevor er die Details, Stellung des Feindes, Batterien u. s. f. auffuchen und melden kann. Zu Letzterem versucht er sein Fernglas zu Hülfe zu nehmen, aber der unruhige Stand läßt das Objekt wieder zu schnell für das Auge verschwinden. Ist es Winterzeit und herrscht Kälte vor, so bringt ihn der durch den Korb durchpfeifende eisige Wind bald in die unbehaglichste Lage. Die Füße werden ihm kalt, jede Bewegung derselben stört seine Beobachtung, indem der Korb dabei in unregel-

mäßige Schwankungen geräth; die Hände erstarren ihm; ist der Wind böig, so treten bei den meisten Menschen nach einiger Zeit auch noch die Anzeichen der Seekrankheit auf, kurzum die Eindrücke sind derart, daß sie Vielen, besonders in den ersten Entwickelungsjahren der Militär-Luftschifffahrt, die Aeußerung entlockten, der Fesselballon sei ein ganz unbrauchbares Beobachtungsmittel.

Zu den Einwirkungen, welche die Eigenthümlichkeiten des Ballonobservatoriums mit sich bringen, kommt nun noch im Kriege die Beschießung desselben hinzu. Man mag danach ermessen, wie sorgfältige Vorbereitung und Schulung für die Luftschifferoffiziere nöthig ist, damit sie, unbekümmert um alle Einflüsse, welche Elemente und feindliches Feuer auf Körper und Seele auszuüben vermögen, ihre ganze Aufmerksamkeit gespannt auf Erkundung und Beobachtung richten.

2. Erkundung und Beobachtung unter verschiedenen Verhältnissen.

Die Aufgaben, welche an den Luftschifferoffizier bezüglich der Beobachtung herantreten, sind außerordentlich mannigfaltige. Zunächst tritt eine große Verschiedenheit auf zwischen dem Erkundungsdienst im Feld- und im Festungskriege, ganz entsprechend dem durch die anderen Kriegsmittel diesen beiden Gefechtsarten aufgedrückten Charakter. Beide sind auszuführen bei Tag und bei Nacht. Am Tage kann man, wie sich ergeben hat, mitunter selbst bei Nebelwetter vom Ballon aus beobachten, während von unten Nichts zu sehen ist. Bei Nacht sind Lagerfeuer und Laternen auf weite Entfernungen zu erkennen und mit größerer Schärfe alle Geräusche im Ballon wahrzunehmen. In dunklen Nächten kann der Ballon näher an den Feind herangehen. Dasselbe trifft für den Feldkrieg zu, weil in diesem die feindlichen Parteien selbst einander viel näher rücken und die Kampfmittel nicht die Gefahren für den Ballon mit sich bringen, wie die des Festungskrieges. Das Beobachten ist für den Feldkrieg einmal der größeren Annäherung des Ballons wegen erleichtert, andererseits auch infolge der Beweglichkeit der Beobachtungsobjekte, welche ohne langes Suchen die Aufmerksamkeit des Luftschifferoffiziers auf sich ziehen. Der Fesselballon läßt sich im Feldkriege

vor, während und nach der Schlacht vortrefflich verwerthen. Vor der Schlacht handelt es sich darum, den Feind zu suchen und annähernd seine Stärke festzustellen; in unkultivirten Ländern, wie z. B. in unseren Kolonien, wäre er auch ein ausgezeichnetes Mittel, die besten Marschstraßen ausfindig zu machen. Will man diese Vortheile ausnutzen, so gehört er selbstverständlich in die Avantgarde.

Was er während eines Gefechts zu beobachten hat, ist so naheliegend und schon so oft erörtert worden, daß wir es hier wohl als allbekannt voraussetzen und übergehen dürfen.

Nach der Schlacht handelt es sich darum, die Rückzugslinien der Hauptkräfte des Feindes im Auge zu behalten, damit die Verfolgung entsprechend angesetzt werden kann. Schließlich aber soll man nicht vergessen, welche Dienste er, schon bis zu geringer Höhe aufgelassen, dem Sanitätsdetachement im Aufsuchen der Verwundeten da leisten kann, wo das Gelände wegen seiner Unübersichtlichkeit diese Arbeit der Barmherzigkeit und Menschenliebe erschwert, und man kann sogar Nachts mit Vortheil hierbei eine elektrische Beleuchtung des Schlachtfeldes vom Ballon aus vornehmen.

Im Festungskriege treten unbestritten die schwierigsten Aufgaben an den Ballonbeobachter heran. Er muß sich, will er nicht bald unschädlich gemacht werden, viel weiter vom Gegner entfernt halten, und die Beobachtungsobjekte sind im Allgemeinen viel unscheinbarer und fast immer versteckt angelegt. Es gehört ein ganz anderes Geländestudium dazu, was die längere Zeitdauer freilich auch gestattet, um diese großentheils unauffälligen und unbeweglichen Ziele rechtzeitig entdecken zu können. Man muß hierbei wieder unterscheiden zwischen Angriff und Vertheidigung, und in beiden Fällen zwischen der Thätigkeit vor und während eines förmlichen Angriffs.

Verweilen wir zuerst beim Angriff.

Der Ballon hat zunächst alle Vorpositionen zu erkunden und demnächst durch Erkundungen, für die auch Freifahrten in Aussicht zu nehmen sind, Material für die Wahl der Angriffsart bezw. der günstigsten Angriffsfront zu liefern.

Die Thätigkeit des Ballons beschränkt sich aber nicht allein auf das Schlachtfeld. Bei der ausgedehnten Verwendung, welche der Eisenbahn- und Förderbahnbau zur Heranschaffung der

kolossalen Belagerungsmittel finden wird, kann der Fesselballon auch dem tracirenden Ingenieur nützlich werden, gleichwie wir ihn oben in Kolonialgebieten zur Wege- und Geländeerkundung in Vorschlag brachten.

Im weiteren Fortschritt des Angriffs wird die Beobachtung aus dem Fesselballon für die Feuerleitung der Artillerie und, unterstützt durch Erkundung durch Freifahrten für die Entschlüsse des Kommandirenden der Belagerungsarmee von ausschlaggebender Bedeutung werden. Die vielen Fälle, welche eintreten können, alle einzeln aufzuführen, ist unmöglich.

Sehr viel schwieriger gestalten sich die Verhältnisse für den Ballon in einer Festung, und ganz besonders dann, wenn sie ihm nicht mehr ein sicheres Refugium bieten kann, wo alle technischen Arbeiten ungestört von Statten gehen können. Bei kleinen Festungen wird daher seine Thätigkeit bald so gut wie ausgeschlossen sein, bei großen Festungen — wenige ausgenommen —, wird er erst im weiteren Verlauf der Belagerung, nachdem der Angreifer sich dem Kern der Festung genügend genähert hat, als Fesselballon nicht mehr verwendbar sein. Eine große Festung wird aber immer noch genügend Schutz bieten, um in solcher Lage Freiballons loslassen zu können, und es mag hiermit darauf aufmerksam gemacht werden, daß auch dieser Postballondienst von einer unermüdlichen Luftschiffertruppe bis zum letzten Kubikmeter Gas zu fortlaufender Erkundung ausgenutzt werden kann. Es gehört dazu nichts als ein anfängliches Hochlassen jedes Postballons als Fesselballon, was sich durch Halten am Schlepptau leicht bewerkstelligen läßt. Die bis zu den Vorbereitungen für dessen Beschießung verstreichende Zeit kann, richtig ausgenutzt, dem Vertheidiger werthvolle Nachrichten bringen.

Depeschen durch Brieftauben, welche dem Vertheidiger ja auch nützliche Mittheilungen bringen können, kommen für Beobachtung von Gefechtslagen viel zu spät zurück. Seine Hauptrolle spielt der Fesselballon in der Vertheidigung besonders in deren ersten Stadien, wo er den feindlichen Anmarsch zeitig melden, die Richtung der Kolonnen und die Lage der Depots erspähen kann, aus denen sich die Absichten des Gegners frühzeitig errathen lassen. Ein besonderes Augenmerk hat er auch auf feindliche Ballontrains zu richten. Wenn er ihre Standorte rechtzeitig erkennt und das Feuer der eigenen Artillerie dahin richtet, wird er dem

Gegner viel Schaden zufügen können. Bei Entfaltung einer umsichtigen Thätigkeit wird der Angreifer nur an solchen Tagen Fortschritte machen, wo der Fesselballon nicht aufzusteigen vermag.

Die Verwendung im weiteren Verlauf der Belagerung ist derjenigen beim Angriff vollständig gleich.

3. Ausbildung der Beobachter.

Mit der vorangehenden Besprechung haben wir versucht, einen Begriff von der Vielseitigkeit der Aufgaben zu geben, welche an den Ballonbeobachter herantreten. Man wird zugestehen, daß, um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, eine große Uebung im Beobachten erforderlich ist. Es ist dies um so mehr nöthig, als sämmtliche Beobachtungen für die verschiedenen anderen Waffen gemacht werden, die zum Ballonbeobachter erst Vertrauen fassen müssen, die erst die Erfahrung machen müssen, daß er in der That schneller und richtiger beobachtet, als sie selbst. Der Einfluß, den er auf den Gang der Ereignisse ausüben kann, legt ihm außerdem eine große Verantwortlichkeit auf. Will daher eine Luftschiffertruppe sich nicht zum Handlangerdienst für die Beobachtung herabdrücken lassen, so muß sie ihre Offiziere und älteren Unteroffiziere fortdauernd zu allen Jahres- und Tageszeiten, bei verschiedener Witterung, ganz besonders im Beobachten schulen. Nicht das Aufsteigen, das Beobachten vom Ballon ist ihr Dienst.

Die Ausbildung beginnt selbstverständlich mit dem Einfachsten. Die Gewöhnung an den Aufenthalt im Ballonkorb macht sich ganz von selbst mit der häufig wiederkehrenden Uebung. Man vermeidet eine stürmische Jahreszeit, wählt zunächst gutes, klares Wetter und sucht den Neuling zu beschäftigen, indem man ihm an der Hand eines quadrirten Planes bestimmte Aufträge ertheilt, irgend ein Quadrat zu erkunden, zu melden, welche Veränderungen im Vergleich zum Plan sich darin befinden und möglichst eine Skizze vom betreffenden Quadrat, von oben gesehen, anzufertigen. Die Arbeit muß nach Ausführung und dazu verwendeter Zeit beurtheilt werden. Die Aufgaben setzen die genaue Orientirung vom Korbe aus voraus, sie lassen sich leichter und schwieriger gestalten, je nachdem man Quadrate in Nähe oder fern von Orientirungspunkten und solche mit viel oder wenig Bodenbedeckung zur Erkundung aufgiebt. Die Lösung muß natürlich

vom Lehrer kontrolirt werden, welcher zweckmäßig in der ersten Zeit mit auffährt. Die Durchsichtigkeit der Luft, die Entfernung des Objektes und das verschiedenfache Schwanken des Korbes tragen weiterhin dazu bei, größere Schwierigkeiten und Abwechselung für solche Aufgaben zu schaffen. Bei genügender Uebung läßt sich der Lehrer die Erkundung vom Beobachter sofort mündlich herunter telephoniren und giebt Erkundungsaufgaben, welche mehrere oder weit auseinanderliegende Quadrate umfassen. So wird schnelles Orientiren, gründliches Erkunden bestimmter Flächen unter Zuhülfenahme von Gläsern, rasches Melden durch Telephon und Skizziren des Gesehenen bei jeder das Aufsteigen ermöglichenden Witterung systematisch geübt.

Der Beobachter wird außerdem dafür interessirt, daß er so hoch, als es möglich ist, aufgelassen wird; er erhält damit zugleich ein Urtheil über die Standfähigkeit seines Observatoriums bei den verschiedenen Windstärken und wird dazu angespornt, dessen volle Leistungsfähigkeit auszunutzen.

Nach solchen Vorbereitungen findet eine Fortsetzung der Ausbildung wohl am besten während der Schießübungen der Fußartillerie auf den Artillerie-Schießplätzen statt. Hier finden sich sämmtliche Ziele des Feld- und Festungskrieges vereinigt. Eine besondere Uebung wird es sein, jene Ziele von möglichst weiten Entfernungen aus — der Ballon kann weit über die Schießplatzgrenzen nach rückwärts Stellung nehmen — zu erkunden. Die Luftschiffertruppe erhält hier auch Gelegenheit, nächtliche Erkundungen zu üben, und andererseits wird die Fußartillerie Alles daran setzen, um Mittel und Wege kennen zu lernen, wie sie ihre nächtlichen Arbeiten der Aufmerksamkeit eines feindlichen Ballons entzieht.

Beobachtung des artilleristischen Schießens, sowie Meldungen über den Zustand zerschossener Werke können nirgends anderswo besser im Frieden geübt werden.

Aehnliche Uebungen werden an der Meeresküste, bei den Seeschießübungen und von den Schiffen aus mit dem Fesselballon angestellt werden müssen. Hier treten Anforderungen an der Ballonbeobachter heran, welche geeignet sind, seinen persönlichen Muth häufig zu zeigen.

Den Abschluß für die Ausbildung der Beobachter bilden schließlich die Manöver sowie die Uebungen der Spezialwaffen in

und um Festungen oder Feldpositionen. Bei diesen kommt noch das taktische Moment hinzu, die richtige Führung einer Luftschifferabtheilung, welche im nächsten Kapitel eingehend erörtert werden soll. Der Beobachter findet hier auch Gelegenheit, Erfahrungen zu sammeln über die Entfernungen, bis zu welchen er seine Erkundungen ausdehnen kann, über die sich kennzeichnenden Unterschiede der verschiedenen Waffengattungen und über die richtige Schätzung der Stärke der Truppen in allen Marsch-, Gefechts- und Sammelformationen. Endlich wird er auch erkennen, welche großen Vorzüge das rauchschwache Pulver im Gegensatz zum Schwarzpulver in Bezug auf die Beobachtung des Gegners bietet.

4. Vorbereitungen für die Erkundung vom Ballon aus.

In allen Festungen lassen sich für das Erkunden vom Ballon aus ganz besondere Vorbereitungen treffen, weil man hier wahrscheinliche Angriffsfronten und nicht einzusehende Geländestrecken von vornherein kennt. Die Aufgaben, welche insbesondere den Festungs-Luftschifferabtheilungen zufallen würden, wären danach in Feststellung der günstigsten Aufstellungspunkte des Ballontrains und der erforderlichen Steighöhen des Ballons zu suchen, von welchen aus auch das von unten nicht einsehbare Gelände übersehen werden kann. Die Arbeit läßt sich nun zwar auch theoretisch lösen durch Konstruktion der Profile des Geländes und Anlegen des Sehwinkels von verschiedenen Ballonhöhen aus, dessen ungeachtet wird eine Prüfung des theoretisch Vorbereiteten durch die Praxis eine nothwendige Ergänzung sein, weil manches, wie z. B. die Unklarheit der Luft, welche theoretisch dabei nicht in Betracht gezogen werden kann, die Einsicht erschwert; eine ganz klare Luft herrscht aber in unseren Breiten äußerst selten, und dann gewöhnlich nur an Tagen mit recht frischem Ostwinde, welche die gewöhnliche Art des Aufsteigens im Fesselballon meist nicht gestatten.

Zweckmäßig erscheint es, für verschiedene Ballonhöhen von 100 zu 100 m die nicht einzusehenden Gelände für die wichtigsten Stationspunkte in Form von Niveaulinien in einen Plan einzutragen. Man numerirt am besten die Stationspunkte und ver-

sieht die zugehörigen Niveaulinien mit den gleichen Zahlen. Die Geländeflächen für die verschiedenen Stationen werden sich hierbei häufig theilweise decken. Die Pläne müssen, um der schnellen Orientirung im Ballon zu Hülfe zu kommen, in Farben angelegt und quadrirt sein; auch die von verschiedenen Ballonhöhen einzusehenden Stellen müssen sich in verschiedenen Tönen einer leichten Farbe gut abheben. Die Vortheile solcher Karten für Führung und richtige Verwendung des Ballons werden Jedem einleuchtend sein. Der Kommandeur der Festung übersieht mit einem Blick, was der Ballon ihm unter Umständen leisten kann, und dem Führer sind sofort die Hülfsmittel an die Hand gegeben, den an ihn gestellten Anforderungen in vollkommenster Weise gerecht zu werden.

Bis zu welchem Umkreise derartige Pläne zu entwerfen sind, wird von der Art der Vertheidigung der Festung abhängen, es wird dabei dahin zu streben sein, daß man auch das Gelände vor etwa projektirten Vorpositionen in gleicher Weise einsehen kann.

Das Beobachterpersonal der Festungen muß in der vorbeschriebenen Weise jedes für seine Festung eingehend vorbereitet werden. Hinzu kommt die unter Umständen vortheilhaft zu verwerthende Ballonphotographie. Was dem besten menschlichen Auge bei der Erkundung entgeht, kann durch eine gute photographische Platte entdeckt werden. Denken wir uns beispielsweise 2000 m von der Fortlinie entfernt einen großen Wald, der die feindliche Annäherung begünstigen würde. Der Luftschiffer befindet sich in solchem Falle in der üblen Lage, wenig oder garnichts sehen zu können. Einzelne Wege und Schneusen, die auf ihn zulaufen und größere Lichtungen, kann er vielleicht stellenweise einsehen. Die übrigen aber, besonders die zur Front parallel laufenden Schneusen lassen sich nur schwer uud nur bei hohem Standpunkt des Beobachters mit einiger Sicherheit erkennen. Nun läßt sich voraussetzen, daß in solchem Gelände der Angreifer Kolonnenwege, Unterstände, Depots und Mörserbatterien anlegen wird, wozu er theilweise Ausrodungen des Waldes vornehmen muß. Solche Veränderungen im Waldbestande, in den Baumkronen vermag eine gute Ballonphotographie ausgezeichnet zu verrathen, wenn entsprechende Vergleichsbilder vorhanden sind. Derartige Vergleichsbilder müssen bei Armirung einer Festung angefertigt werden. Das Photographiren aus Fesselballons ist aber sehr schwierig,

weil nur dann gute Bilder zu erwarten sind, wenn man den Augenblick, bei welchem die Pendelbewegung des Fesselballons gleich Null ist, zur Exposition benutzt, außerdem dabei den Apparat gerichtet hält und selbst durch keine körperliche Bewegung Veranlassung zu Erschütterungen desselben giebt. Dies zu erlernen dürfte sich die Ballonphotographie als Uebungszweig für die Festungsluftschiffer sehr empfehlen. Die Apparate, besonders die Objektive, haben durch die Erfindung des neuen Jenenser Glases, sowie durch neuere Konstruktionen bedeutende technische Fortschritte zu verzeichnen, welche die Ballonphotographie zu fördern geeignet erscheinen.

III. Die Führung einer Luftschifferabtheilung.

Was Truppe und Beobachter, wie vorerwähnt, gelernt haben, soll der Führer im Gelände zur Entfaltung bringen; er soll dabei alle sich ihm darbietenden Vortheile benutzen.

Seine Thätigkeit läßt sich danach folgendermaßen eintheilen:

1. Beurtheilung der Witterung.
2. Erkundung des Geländes:
   a) nach einem geeigneten Platz für das Fertigmachen und Verankern des Ballons,
   b) nach dem besten Platz für die Beobachtung vom Ballon,
   c) nach den Wegen, auf denen der gefüllte Ballon transportirt werden muß.
3. Sicherung des Materials:
   a) gegen feindliches Feuer,
   b) gegen Sturm und sonstige Ereignisse.
4. Sorge für Unterbringung, Verpflegung und Bekleidung der Mannschaft und für Instandhaltung des Materials.

Die Aufgaben der Führung ändern sich theilweise entsprechend den verschiedenen Anforderungen, welche der Kampf im Felde, um Festungen und im Seekriege an sie stellt. Im Felde treten große Beweglichkeit und Sparsamkeit mit der Gasfüllung in den Vordergrund. Eine Feldabtheilung entbehrt unter Umständen des regelmäßigen Nachschubes und wird auf Selbsthülfe angewiesen sein, will sie nicht schließlich dem Heere eine unnütze Last werden. Im Festungskriege hat die Vertheidigung Alles wohl vorbereitet, die Beweglichkeit kann geringer sein, die Vorräthe werden aber auf-

gezehrt, und die Führung muß daher ebenfalls sparsam mit ihnen wirthschaften und für Ersatzmittel Sorge tragen. Für den Angreifer sind die Bedingungen wie im Feldkriege, nur günstiger insofern, als ein Mangel an Nachersatz von Material wohl in den seltensten Fällen vorkommen kann.

Im Seekriege kann man von Beweglichkeit einer Luftschifferabtheilung überhaupt nicht sprechen; hier herrschen die stabilsten Verhältnisse. Die Küstenstationen haben keine Veranlassung, ihren Standort zu verlassen, die Schiffsballons dagegen müssen der Bewegung des Schiffes folgen. Sache der Seeoffiziere ist es, so zu fahren, daß der Beobachter möglichst hoch verbleibt und der Korb wenig schleudert.

1. Beurtheilung der Witterung.

Der Einfluß der Witterung auf die Verwendbarkeit des Ballons ist so groß, daß jeder Luftschiffer von selbst auf die Beobachtung aller Witterungserscheinungen hingewiesen wird. Zweierlei durch das Wetter hervorgerufene Störungen, die häufig zusammen auftreten, muß man unterscheiden, nämlich solche, welche die Ruhe des Ballonobservatoriums belästigen oder gar das Aufsteigen unmöglich machen, also Wind und Stürme, und solche, welche die Aussicht behindern, starker Regen, Nebel und Schnee. Vom Führer einer Luftschifferabtheilung muß man gleichwie vom Seemann soviel meteorologische Kenntnisse verlangen, daß er alle Warnungen, welche Instrumente, besondere Wolken- und Windverhältnisse ihm geben, rechtzeitig erkennt und bei allen seinen Vorkehrungen im Auge behält. Er braucht kein theoretischer, aber er muß ein praktischer Meteorologe sein. Die Kennzeichen für Sturm, Gewitter, starken Wind, Regen u. s. f. müssen sich ihm so frühzeitig aufdrängen, daß er sich auf Alles vorbereiten kann, daß ihn nichts überrascht. Von dieser seiner Fähigkeit hängt der Gewinn oder Verlust einer Gasfüllung ab, ein Umstand, der ganz besonders im Felde schwer ins Gewicht fällt. Eine vergebliche Füllung ist nicht nur ein Materialverlust, sondern auch eine unnütze Arbeit, eine Kraftvergeudung, welche auf den Geist der Truppe niederdrückend einwirken muß.

Der Führer muß sich auch stets dessen bewußt bleiben, daß schlechtes Wetter sich seltener auf ganze Tage, gewöhnlich nur auf

Tagesstunden erstreckt. Seine Pflicht gebietet ihm, die zum Erkunden benutzbaren Stunden eines nicht normalen günstigen Tages mit aller Energie in ergiebigster Weise auszunutzen. Er muß soviel Erfahrung besitzen, um mit einiger Sicherheit beurtheilen zu können, ob eine frische Brise, wie es öfters vorkommt, in größerer Höhe abnimmt, oder ob ein Nebel so niedrig auf der Erde lagert, daß er die Beobachtung wenig behindert. Für ersteren Fall liefern ihm häufig die Wolken Anhaltspunkte, für den zweiten hat er Jahreszeit und Bodenverhältnisse zu berücksichtigen. Der Führer einer Luftschifferabtheilung darf es auch nicht an Unternehmungsgeist, der für diese Truppe durchaus erforderlich ist, fehlen lassen.

2. Erkundung des Geländes.

Es handelt sich hier um eine Erkundung vor dem Aufstieg. Die Vorbereitungen des Füllens und Fertigmachens müssen an möglichst vor dem gegnerischen Feuer gedeckten und gegen Witterung geschützten Stellen vor sich gehen. Unter Umständen werden an die hierfür geeigneten Plätze noch besondere Anforderungen, wie z. B. gute heranführende Wege, Nähe von Wasser u. s. f. gestellt. Ebenso werden an Ankerplätze Anforderungen möglichsten Windschutzes erhoben. Um keine Zeit zu verlieren, hat der Führer diese Stellen vor Ankunft der Truppe zu bestimmen. Während der Vorbereitungen zum Aufstieg hat er für die ihm gestellten Erkundungsaufgaben die günstigsten Aufstellungspunkte, sowie den gedeckten Anmarsch dahin auszukundschaften. Wie ihm diese Arbeiten im Festungskriege durch besondere Pläne erleichtert werden können, haben wir oben erwähnt. Weiter muß dann von der Führung erwogen werden, ob ein fortdauerndes Beobachten, oder ob nur ein kurzes, überraschendes Auftreten des Beobachters möglich ist.

3. Sicherung des Materials.

a) Gegen feindliches Feuer.

Es sind Vorkehrungen zu treffen, daß sowohl Mannschaften wie Wagen und Pferde gegen feindliches Feuer möglichst gedeckt werden. Ein geradezu dringendes Erforderniß wird der Bau

einer Schutzwehr da, wo man Dampfwinden oder Gaserzeuger auf das Schlachtfeld bringt, die durch die kleinsten Verletzungen unbrauchbar werden können. Die zahlreichen Mannschaften, welche nach dem Auflassen des Ballons vorläufig nichts zu thun haben, lassen sich zweckmäßigerweise zu solchen Schutzbauten heranziehen.

Die Frage, wie verhält sich der Führer gegenüber dem feindlichen Feuer gegen den Ballon, hat zu vielen irrigen Anschauungen Veranlassung gegeben. Gewehrfeuer wird der Ballon nur selten zu fürchten haben, weil er im Allgemeinen außerhalb der Gewehrschußweite aufsteigen dürfte. Artilleriefeuer dagegen erreicht ihn, wie Versuche festgestellt haben, auf die weitesten Entfernungen, auf welche Brennzünder reichen, also über 6000 m. Man glaubte und glaubt es vielfach noch heute, ein Bewegen des Ballons um einige Hundert Meter nach der Höhe durch Einholen und Auflassen und nach der Seite durch Hin- und Herfahren würde das Herabschießen erschweren. Dabei wird vergessen, daß nicht jedes Gelände ein derartiges Hin- und Herfahren senkrecht zur feindlichen Schußlinie gestattet, und daß nur geringe Veränderungen für die Richtung der Geschütze zum Verfolgen solcher Bewegungen bei großen Entfernungen nöthig sind. Einen geringen Schutz gegen das Herabgeschossenwerden bieten starke Pendelungen des Ballons, wie sie bei böigem Wetter eintreten, besonders dann, wenn das Kabel möglichst lang abgelassen wird und der Wind senkrecht zur Schußlinie weht. Unter allen Umständen bleibt es aber immer vorzuziehen, mit zeitlich beschränkten Aufstiegen die Erkundungen vorzunehmen, weil das Herabschießen des Ballons wohl hin und wieder erschwert, aber nie verhindert werden kann. Die Erkundung kann so lange stattfinden, wie die Vorbereitungen zur Beschießung des Ballons seitens der gegnerischen Artillerie dauern und, wenn man hierauf etwa 15 Minuten rechnet, wird bei schulmäßig geübtem Beobachterpersonal der Ballon die ihm ertheilten Aufgaben sicherlich glänzend lösen. Der Führer wird auch häufig aus nächtlichen Aufstiegen Vortheil ziehen können, die ihm, wenn nicht mondhelle Nacht ist, gegen feindliches Beschießen Vortheile gewähren.

b) Sicherung gegen Sturm und sonstige Ereignisse.

Ein von Geschossen zerfetzter Ballon ist im Dienst ehrenvoll zu Grunde gegangen, und es wird deshalb Niemandem einfallen, der Führung hieraus Vorwürfe zu machen.

Anders verhält es sich, wenn ein Ballon infolge von Sturm, Feuersgefahr oder sonstiger Beschädigungen zerstört worden ist. Die Ereignisse treten oft so schnell und unberechenbar auf, daß ihnen nicht vorgebeugt werden konnte; trotzdem ist man häufig geneigt, in solchen Fällen nach dem Schuldigen zu fahnden. Die beständige Sorge um das im gefüllten Zustande leicht verletzliche Material nimmt die Führung wie die Truppe fortdauernd in hohem Grade in Anspruch.

Vom Führer erwartet man, daß er in Etwas einem Wetterpropheten gleicht. Im Felde bieten sich ihm zur Vorausbestimmung der Witterung nur wenig Anhaltspunkte; es sind hauptsächlich Barometerstand, Wind-Richtung und -Stärke, Gestalt und Bewegung der Wolken, aus denen er Schlüsse auf die zu erwartende Witterung ziehen kann, indessen werden sie wie alle Wetterprophezeiungen nicht immer zuverlässige sein. Daraus ergiebt sich, daß der Luftschiffer beständig auf Unvorhergesehenes gefaßt sein und gegen die Unbilden des Wetters allemal die sorgsamsten Vorkehrungen treffen muß. Bedenkt man, daß das einzige Mittel, den Ballon bei heftigem Sturmwind zu retten, dessen Entleerung ist, daß im Felde nicht viele Wasserstofffüllungen mitgeführt werden können und daher, abgesehen vom Kostenpunkte, von der möglichst langen Erhaltung bezw. Ausnutzung des mitgeführten Gases bei nicht gesichertem Nachschub das Dasein einer Luftschifferabtheilung auf dem Gefechtsfelde abhängt, so wird man sich wohl nicht der Ueberzeugung von der Nützlichkeit meteorologischer Kenntnisse für die Führer solcher Abtheilungen, wie es leider öfters geschieht, verschließen können.

An Auffahren oder Transportiren kann bei Sturm natürlich nicht gedacht werden. Die Führung wird je nach dem Grade desselben darüber sich schlüssig werden müssen, ob die Entleerung nöthig ist, oder ob es an geschützten Geländestellen möglich ist, durch eine feste Verankerung für diese Zeit den Ballon vor Vernichtung zu sichern.

Die Sicherung gegen Feuersgefahr tritt beim Transport durch Straßen oder bei Brandstätten hervor. Auch die Verankerung in Nähe von Häusern oder Fabriken kann Feuersgefahr mit sich bringen, wenn der Wind derartig weht, daß die Funken aus den Schloten nach dem Ballon hinfliegen. Endlich muß jegliches Rauchen in Nähe des Ballons verboten und das Herantreten von

[illegible] auf keine andere Ursache als auf Rauchen von Pfeifen oder Cigarren in Nähe des Ballons zurückgeführt werden konnten.

Sonstige Beschädigungen des Materials beziehen sich besonders auf die Ballonhülle, die Maschine und den Gaserzeuger, soweit solche durch unvorsichtiges Umgehen mit denselben oder durch nicht richtige Behandlung vorkommen. Bei einer gut ausgebildeten und beaufsichtigten Truppe sind Beschädigungen dieser Art seltene Fälle.

4. Sorge für Unterbringung, Verpflegung und Bekleidung der Mannschaft und für Instandhaltung des Materials.

Was die richtige Fürsorge für die Mannschaft anbetrifft, braucht hier nicht weiter erwähnt zu werden. Sie fällt beim Luftschifferführer um so mehr in die Wagschale, als ja bei dieser Truppe im Kriege von einem regelmäßigen Leben viel weniger gesprochen werden kann, als bei anderen Waffen. Alle anderen Waffen kennen nur einen Feind, der Luftschiffer hat deren mehrere, die aus der leichten Verletzbarkeit des Aerostaten, wie oben erwähnt, entstehen und ihn in beständiger Ruhelosigkeit halten. Diese Gegner schlagen ununterbrochen Wunden, die geheilt werden müssen, und daher sind auch die Luftschifferabtheilungen aller Staaten danach zusammengestellt, daß die entsprechenden Handwerker, welche zur Wiederherstellung von Schäden des Materials nöthig sind, sich sämmtlich bei ihnen befinden.

Dem Führer liegt die Pflicht ob, die vorschriftsmäßige Behandlung des Materials zu überwachen und für rechtzeitige und sachgemäße Abstellung von Schäden Sorge zu tragen.

IV. Der Ballontelegraph.

Die Verwendung des Ballons zum optischen Signalisiren bildet einen besonderen Dienstzweig. Man unterscheidet hierbei:

1. das Zeichengeben mit Ballons,
2. = = vom Ballon.

Das Signalisiren mit Ballons wird durch kleine, für diesen Zweck besonders hergerichtete Aërostaten bewerkstelligt. Allen

diesbezüglichen Konstruktionen liegt gemeinsam das Prinzip zu Grunde, ein elektrisches Licht durch Stromunterbrechung kürzere oder längere Zeit zu löschen. Hierdurch läßt sich das Morsealphabet leicht darstellen. Den Signalballon kann man daher nur des Nachts gebrauchen. Jeder Telegraphist versteht ohne Weiteres, ihn zum Zeichengeben zu benutzen. Seine Bedienung besorgt ein Avancirter mit wenigen Leuten.

Viel umständlicher ist das Signalisiren von einem bemannten Fesselballon aus, wobei man auf Tageslicht angewiesen ist. Wenn die Zeichen unter dem Korbe hängen, liegt bei windigem Wetter immer die Gefahr ihrer gegenseitigen Verwickelung vor. Die Signaleinrichtung muß eine derartige Störung durch zweckmäßige Konstruktion ausschließen. Das Zeichengeben selbst erfordert eine geübte und ausdauernde Kraft. Es gehören dazu zwei Telegraphisten, nämlich ein Zeichengeber und ein Aufnehmer.

Der Ballontelegraph ist besonders für die Marine von großer Bedeutung. Dieser würde er bei Flottenübungen an der Küste gute Dienste leisten können, nachdem der Signaldienst gehörig eingeübt wäre.

Die Ballontelegraphisten müssen auch das Signalsystem der Marine beherrschen, um mit den Schiffen in Verkehr treten zu können. Es ergiebt sich hieraus, wie die vorbereitenden Uebungen im Binnenlande gehandhabt werden müssen, um eine sachgemäße Vorbereitung für den Dienst an der Küste zu bilden.

(Schluß folgt.)

XIII.

Die Feldartillerie Belgiens.

Nach dem „Manuel du Sous-Officier d'Artillerie de Campagne. Coordonné par Fr. Leclercq, Lieutenant d'Artillerie.“

bearbeitet von

Wernigk,
Premierlieutenant im Großherzoglich Hessischen Feldartillerie-Regiment Nr. 25.

I. Das Material.

1. Die Geschützrohre. Die fahrenden Batterien führen 8,7 cm, die reitenden 7,5 cm Rohre. Es sind Kruppsche Mantelrohre mit Progressivdrall.

2. Geschosse. Es werden geführt: Granaten, Schrapnels und Kartätschen.

Die Granate (obus à segments) ist eine Ringgranate ganz ähnlich der unsrigen; sie ist vorn und hinten mit je einem kupfernen Führungsband umgeben. Der innere Eisenkern besteht bei der 8,7 cm Granate aus 12 Ringen zu je 10 Zacken, bei der 7,5 cm aus 10 Ringen zu je 8 Zacken. Sprengladung: 210 bezw. 110 g feinkörniges Schwarzpulver.

Das Schrapnel (shrapnel à diaphragme) ist ein Bodenkammerschrapnel aus Stahl. Die vordere Schlußplatte, welche das Mundloch enthält, ist abschraubbar. Das Innere des Geschosses zerfällt in die Pulverkammer (am Boden) und in die Kugelkammer (vorderer Theil). Beide sind durch eine nach vorn gewölbte Bodenkammerscheibe von einander getrennt. Das 8,7 cm Schrapnel nimmt 165, das 7,5 cm 110 Kugeln aus einer Blei- und Antimonlegirung auf. Die Kugeln sind durch Kolophon festgelagert. Eine in der Längenmitte des Geschosses liegende

Röhre verbindet Zünder mit Pulverkammer. Sprengladung: 145 bezw. 55 g feinkörniges Schwarzpulver. Durch die Entzündung der Sprengladung des Geschosses wird die Bodenkammerscheibe kräftig nach vorwärts getrieben, die nur mittelst weniger Schraubengewinde aufgeschraubte vordere Verschlußplatte wird vorwärts getrieben, und die Kugeln fliegen aus der Schrapnelhülle heraus. Letztere bleibt unzerlegt und bildet also gewissermaßen ein kleines Geschützrohr, aus welchem im Sprengpunkt die Schrapnelkugeln herausgeschossen und gegen das Ziel geschleudert werden.

Die Kartätsche ist in ihrem Aufbau wie bei uns angeordnet. Sie enthält 150 bezw. 100 Kugeln aus einer Legirung von Blei und Antimon.

3. Die Geschoßzünder.

Der Granatzünder ist genau der deutsche Feldgranatzünder C/80.

Der Schrapnelzünder ist ein einfacher Ringzünder mit einem stellbaren Satzstück, ähnlich dem deutschen Schrapnelzünder C/83, jedoch ist eine Bolzenschraube nicht vorhanden. Der Pillenbolzen befindet sich vielmehr dauernd im Zünder. Ein Vorstecker, mit großem Ringe zum bequemen Herausziehen versehen, entlastet die Brecherarme des Pillenbolzens und gewährt somit völlige Transportsicherheit. Wenn der Vorstecker herausgezogen ist, legen sich die beiden Brecherarme auf entsprechende Lager in der Hohlspindel auf, um dann durch den Stoß der Pulvergase abzubrechen. Die Oberfläche des Satzstückes ist mit einer Zeiteintheilung von 0 bis 28 Sekunden (4200 m) versehen)

4. Die Geschützladung besteht aus 1,5 bezw. 1,0 kg grobkörnigem Schwarzpulver. Sie wird durch Friktionsschlagröhren zur Entzündung gebracht. Rauchschwaches Pulver ist noch nicht zur Einführung gelangt, scheint aber im Versuch zu sein.

II. Die Geschützbedienung.

Die Geschützbedienung besteht aus einem Sergeanten, einem Gefreiten (Brigadier) und aus fünf Kanonieren. Der Gefreite und die fünf Kanoniere erhalten die Nummern 1 bis 6. Der Sergeant ist der Geschützführer. Er überwacht die Bedienung, schraubt den Granatzünder ein, stellt den Schrapnelzünder und

sieht die Richtung nach. Der Gefreite handhabt den Ve
schluß und den Lader. Er setzt das Geschoß und die Ladung e
stellt den Aufsatz und die Seitenverschiebung und richtet. D
Hauptverrichtungen liegen somit in den Händen des Geschü
führers und des Gefreiten. Dies steht im Widerspruch zu unse
Auffassung, wonach der Geschützführer für die gesammte B
dienung seines Geschützes verantwortlich ist. Das neue deutsc
Exerzirreglement hat daher den Geschützführer von jeder A
führung einer besonderen Verrichtung entbunden. Hat der Geschü
führer stets regelmäßig wiederkehrende Verrichtungen bei der B
dienung des Geschützes selbst auszuführen, so kann er unmög
den Ueberblick über sein Geschütz dauernd behalten.

Das Laden mit Granaten erscheint äußerst umständl
Kanonier 5 entnimmt die Granate aus der Protze und übergi
sie an Kanonier 6. Dieser begiebt sich zu Kanonier 4 und üb
giebt diesem das Geschoß. Dieser trägt es zum Geschützführ
welcher den Zünder einschraubt, worauf er es in das Rohr e
setzt. Das Vorschieben erfolgt dann durch den Gefreiten.

Beim Laden mit Schrapnels entfernt der Geschützführ
den Vorstecker und stellt den Schrapnelzünder auf die zur E
fernung passende Flugzeit.

Während bei uns nur Kartätschen aus dem Rohr entlad
werden dürfen, so geschieht dies in Belgien auch mit Granat
und Schrapnels. Um jede Beschädigung der Bedienung info
hierbei möglicherweise eintretenden Zerspringens der Geschosse a
zuschließen, sind für das anzuwendende Verfahren besondere V
schriften gegeben. Zunächst wird die Kartusche mit der Hand
faßt und entfernt. Dann wird der Verschluß geschlossen und
Wischer von der Mündung aus vorsichtig bis an das Geschoß
das Rohr eingeführt. Zwei Bindestränge werden alsdann du
den am Ende der Wischerstange befindlichen Ring gezogen u
die Enden der Bindestränge an eine nach oben stehende Spe
und um die Felgen der Räder befestigt. Auf Befehl des Geschü
führers wird dann das Geschütz zurückgebracht, wodurch der Wis
in das Rohr getrieben und das Geschoß aus den Zügen zuri
gestoßen wird. Alsdann wird der Verschluß geöffnet und
nun im Kartuschraum liegende Geschoß mit der Hand hera
genommen.

Mit Schrapnels im Rohr darf niemals gefahren werden. Vor dem Aufprotzen müssen daher die im Rohre befindlichen Geschosse dieser Art entweder verfeuert oder in oben beschriebener Weise entladen werden. In letzterem Fall muß dann vom Geschützführer der Vorstecker wieder eingesetzt werden.

III. Die Zusammensetzung der Feldartillerie.

Die Feldartillerie besteht aus 2 Brigaden; jede Brigade aus 2 Regimentern.

Zur 1. Brigade gehören das 1. und 2., zur 2. Brigade das 3. und 4. Feldartillerie-Regiment.

Das 1. und 3. Regiment bestehen jedes aus:

8 fahrenden Batterien und 1 fahrenden Reserve-Batterie. Ferner aus: 1 Depot-Batterie sowie 1 Reserve-Batterie, welch letztere zur Bespannung von 2 Munitionskolonnen verwendet wird.

Das 2. und 4. Regiment bestehen jedes aus:

7 fahrenden Batterien, 2 reitenden Batterien und aus 2 fahrenden Reserve-Batterien. Ferner aus 1 Depot-Batterie sowie aus 1 Reserve-Batterie, welch letztere zur Bespannung von 3 Munitionskolonnen verwendet wird.

2 bis 5 Batterien bilden eine Abtheilung unter dem Kommando eines Majors.

Zusammensetzung einer Batterie:

a) Im Frieden. Jede fahrende und reitende Batterie besteht aus 7 Fahrzeugen: 6 Geschützen und 1 Transportwagen (chariot de batterie Nr. 3). Jedes dieser Fahrzeuge ist mit 6 Pferden bespannt.

An Personal besitzt jede fahrende Batterie: 1 Wachtmeister (1 Pferd), 1 Obersergeant (1 Pferd), 1 Quartiermeister (1 Pferd), 6 Sergeanten (je 1 Pferd), 2 Gefreite (je 1 Pferd), 4 Gefreite (unberitten), 2 Trompeter (je 1 Pferd), 4 Handwerker (unberitten), 1 Hufschmied (unberitten), 34 Kanoniere (unberitten), 30 Fahrer mit zusammen 40 Zugpferden.

Zusammen also: 86 Köpfe, 13 Reitpferde, 40 Zugpferde.

Jede reitende Batterie:

1 Wachtmeister (1 Pferd), 1 Obersergeant (1 Pferd), 1 Quartiermeister (1 Pferd), 6 Sergeanten (je 1 Pferd), 6 Gefreite (je 1 Pferd), 2 Trompeter (je 1 Pferd), 4 unberittene Handwerker, 2 unberittene Hufschmiede, 84 Kanoniere mit zusammen 42 Reitpferden und 40 Zugpferden.

Zusammen: 107 Köpfe, 59 Reitpferde, 40 Zugpferde.

b) Im Kriege. Jede fahrende und reitende Batterie besteht aus 20 Fahrzeugen:

6 Geschützen,
1 Vorrathslaffete mit Protze (M. 1882),
9 Munitionswagen (M. 1853/1882 für 8,7 cm und M. 1882 für die 7,5 cm Batterie),
1 Vorrathswagen Nr. 1 (M. 1830 oder 1853),
1 " Nr. 2 (M. 1830),
1 " Nr. 3 (M. 1890),
1 Feldschmiede (M. 1830 bis 1882 oder M. 1853).

An Personal besitzt jede fahrende und reitende Batterie:

a) Offiziere:

1 Hauptmann (2 Pferde), 2 Lieutenants (je 2 Pferde), 2 Unterlieutenants (je 2 Pferde), die ungraden Batterien 1 Arzt (1 Pferd), 1 Roßarzt (1 Pferd). Zusammen 7 Köpfe mit 12 Pferden.

b) Mannschaften:

1 Unterarzt (1 Pferd), 1 Unterroßarzt (1 Pferd) [beide nur bei den graden Batterien], 1 Wachtmeister (1 Pferd), 1 Obersergeant (1 Pferd), 2 Quartiermeister (je 1 Pferd), 9 Sergeanten (je 1 Pferd), 6 Handwerker (unberitten).

Außerdem:

Jede fahrende Batterie: 3 Gefreite (je 1 Pferd), 12 Gefreite (unberitten), 2 Trompeter (je 1 Pferd), 2 Hufschmiede (unberitten), Kanoniere 54, Fahrer 74 mit 124 Zug- und 2 Reitpferden.

Jede reitende Batterie: 15 Gefreite (je 1 Pferd), 3 Trompeter (je 1 Pferd), 3 Hufschmiede (unberitten), 66 Kanoniere mit 51 Reitpferden, 74 Fahrer mit 124 Zugpferden.

Demnach:

fahrende Batterie: 168 Köpfe, 22 Reit- und 124 Zugpferde
reitende = 182 = 84 = = 124 =

ausschließlich Offiziere (Aerzte, Roßärzte) und Pferde derselben.

IV. Ausrüstung der Batterie.

Die Ausrüstung der Geschütze ist im großen Ganzen wie bei uns. Jedoch ist das Verhältniß von Granaten zu Schrapnels wie 2 : 1, indem in jeder Protze 4 Geschoßkasten mit Granaten und 2 mit Schrapnels vorhanden sind. Eine fahrende Batterie führt in jedem Geschoßkasten 5, jede reitende Batterie 6 Geschosse. Jedes Geschütz ist mit 4 Kartätschen ausgerüstet, davon befinden sich 2 an der Laffete, 2 an der Protze.

Demnach werden geführt:	8,7 cm	7,5 cm
Granaten in den Geschoßkasten . . .	20	24
Schrapnels in den Geschoßkasten . . .	10	12
Kartätschen (2 an der Protze, 2 an der Laffete)	4	4

Jede Vorrathslaffete, jeder Munitionswagen und jede Feldschmiede führt ein Vorrathsrad mit, so daß jede Batterie 11 Vorrathsräder besitzt.

Ausrüstung einer Geschütz- und Munitionswagen-Protze sind in Bezug auf Munition völlig gleich.

Ausrüstung eines Munitionswagens (Protze und Hinterwagen) an Munition:	8,7 cm	7,5 cm
Granaten	60	72
Schrapnels	30	36
Kartätschen	2	2

Der Vorrathswagen Nr. 1 enthält: Werkzeuge, Reservestücke, Lebensmittel.

Der Vorrathswagen Nr. 2 enthält: Offiziergepäck, Verbandzeug, Krankentragen.

Der Vorrathswagen Nr. 3 enthält: Lebensmittel, Bekleidung, Schuhwerk, Kaffeemühlen.

Die Feldschmiede. Der Inhalt ist auf zahlreichen Hobelschiebern, welche mit Lagern und Schnallriemen versehen sind, untergebracht.

Die Lebensmittel sind für zwei Tage vorhanden. Die Biscuitportion beträgt 560 g; die Fleischportion 300 g.

V. Die Artillerie-Munitionskolonnen.

Es giebt im Ganzen 12 Artillerie-Munitionskolonnen.

Die 5. und 10. Kolonne ist für reitende (7,5 cm) Batterien, die übrigen sind für fahrende (8,7 cm) Batterien bestimmt.

Eine Artillerie-Munitionskolonne für 8,7 cm besteht aus 18 sechsspännigen Fahrzeugen:

1 Vorrathslaffete (M. 1882),
14 Munitionswagen (M. 1853/1882),
1 Vorrathswagen Nr. 1 (M. 1830/1853),
1 Vorrathswagen Nr. 2 (M. 1890),
1 Feldschmiede (M. 1830 oder 1853 bis 1882).

Bei den Munitionskolonnen für 7,5 cm sind anstatt der 14 Munitionswagen nur 5 Munitionswagen und 1 „caisson de cavalerie“ vorhanden, so daß eine derartige Kolonne im Ganzen aus nur 10 Wagen besteht.

Die Beladung dieser Wagen ist im großen Ganzen ebenso wie bei den entsprechenden Wagen einer Batterie auf dem Kriegsfuß. Die Ausrüstung an Munition ist völlig gleich den entsprechenden Wagen einer Batterie.

Die Zusammensetzung einer Artillerie-Munitionskolonne an Personal ist folgende:

a) für 8,7 cm: 1 Hauptmann (2 Pferde), 2 Lieutenants (je 2 Pferde), 1 Roßarzt (1 Pferd), 1 Lazarethgehülfe (unberitten), 1 Wachtmeister oder Feuerwerker (1 Pferd), 1 Oberfergeant (1 Pferd), 1 Quartiermeister (1 Pferd), 6 Sergeanten (je 1 Pferd), 3 Gefreite (je 1 Pferd), 3 Gefreite (unberitten), 2 Trompeter (je 1 Pferd),

4 Handwerker (unberitten), 2 Hufschmiede (unberitten), 24 Kanoniere (unberitten), 65 Fahrer mit 112 Zugpferden.

Zusammen also: 4 Offiziere, 7 Offizierpferde, 113 Mann, 14 Reitpferde, 112 Zugpferde.

b) für 7,5 cm: 1 Hauptmann (2 Pferde), 1 Lieutenant (2 Pferde), 1 Roßarzt (1 Pferd), 1 Lazarethgehülfe (1 Pferd), 1 Wachtmeister oder Feuerwerker (1 Pferd), 1 Obersergeant (1 Pferd), 1 Quartiermeister (1 Pferd), 3 Sergeanten (je 1 Pferd), 2 Gefreite (je 1 Pferd), 2 Gefreite (unberitten), 2 Trompeter (je 1 Pferd), 4 Handwerker (unberitten), 1 Hufschmied (unberitten), 13 Kanoniere (unberitten), 37 Fahrer mit 64 Zugpferden.

Zusammen also: 3 Offiziere, 5 Offizierpferde, sowie 68 Mann, 11 Reit- und 64 Zugpferde.

VI. Das Schießen.

1. Die Beobachtung der Geschoßsprengpunkte beruht auf denselben Grundsätzen wie bei uns. Abweichend von uns ist, daß jede Batterie mit einer Beobachtungsleiter ausgerüstet ist, welche eine derartige Einrichtung besitzt, daß sie in der kürzesten Zeit aufgestellt werden kann. Ob die Leiter aufgestellt werden soll oder nicht, ordnet der Batterieführer an. Die Leiter hat 7 Sprossen und ist zusammenlegbar. Die Höhe der obersten Sprosse liegt 2,17 m über dem Boden. Oben ist ein Brett angebracht, welches dem Beobachter als Stütze dienen soll. Die Beobachtungsleiter wird in zusammengelegter Form auf einem der Munitionswagen, in Friedenszeiten auf dem Transportwagen der Batterie mitgeführt. Beim Beginn des Schießens wird die Leiter auf dem vom Batterieführer hierzu bestimmten Platz aufgestellt; es ist dies in der Regel etwas hinter den Geschützen; falls der Wind von vorn kommt oder wenn man mit rauchschwachem Pulver schießt, wird die Leiter in der Mitte der Batterie aufgestellt. Kommt dagegen der Wind von der Seite, so ist der Platz für die Leiter auf dem über Wind gelegenen Flügel der Batterie. Kommt der Wind von hinten, so wird die Leiter außerhalb der Batterie so aufgestellt, daß die Beobachtung durch den Rauch nicht ausgeschlossen wird. Zwei Leute sind zum Aufstellen

der Leiter erforderlich und sind auch dauernd für die Handhabung derselben bestimmt. Sie nehmen in jeder Feuerstellung die Leiter vom Wagen herunter, tragen sie an die Geschütze heran und warten den Befehl zum Aufstellen derselben ab.

2. Das Einnehmen der Stellung. Der gebräuchlichste Fall ist folgender: Der Batterieführer führt die Batterie in die Bereitstellung und begiebt sich alsdann, begleitet von einem Berittenen und einem Trompeter, zum Abtheilungskommandeur, oder wenn er selbständig sein sollte, nimmt er die Erkundung der Stellung allein vor. Der Batterieführer bestimmt die Stellung für die einzelnen Geschütze. Zu diesem Zweck sitzt der Berittene ab, nimmt die Stellung eines richtenden Mannes ein und sucht die besten Stellen für die Geschütze ausfindig zu machen. Der Batterieführer stellt alsdann den Trompeter an die Stelle, wohin das Flügelgeschütz soll, und läßt der Batterie durch den Berittenen den Befehl zum Vorkommen überbringen. Dem Berittenen giebt er an, welches Geschütz auf den Trompeter zumarschiren soll. Der Trompeter sitzt ab, nimmt Front nach dem Feinde und hält sein Pferd dicht an sich heran.

Sobald die Geschütze in der Stellung sind, sitzen die Zugführer ab und begeben sich zum Batterieführer, welcher ihnen das Ziel zeigt. Nachdem sie es richtig erkannt haben, begeben sie sich zu ihren Zügen und zeigen das Ziel den Geschützführern und Richtkanonieren.

Großer Werth wird auf das verdeckte Einnehmen der Stellung gelegt. In besonderen Fällen kann das Vornehmen der Geschützführer angeordnet werden, wenn eine sorgfältigere Auswahl der Geschützstellungen nothwendig erscheinen sollte.

3. Die Feuerleitung. Man unterscheidet „langsames", „gewöhnliches Feuer" und „Schnellfeuer". Bei Schnellfeuer werden die Geschütze nach dem Schuß nicht vorgebracht. Sobald ein Geschütz an der Reihe zu feuern ist, geben die Zugführer an den Batterieführer den Zuruf: „. . . Geschütz, . . . Meter!" oder „. . . Geschütz, . . . Meter, Brennzeit . . . Sekunden". Der Batterieführer befiehlt die Geschoßart, er leitet aber das Feuer selbst in der Regel nur während der beiden ersten Lagen, dann giebt er das Feuer an die Zugführer ab, indem er „Selbständige Korrektur der Züge!" anordnet.

Bei dem Schießen mit Granaten theilen die Zugführer ihre Beobachtungen auf „davor" oder „dahinter" dem Batterieführer mit; beim Schießen mit Schrapnels geben sie ihre Beobachtungen nur dann an, wenn es der Batterieführer verlangt.

4. Die Schießregeln. Bei gewöhnlichen Witterungsverhältnissen kommandirt man für den ersten Schuß eine Seitenverschiebung von 0 beim Schießen auf kleinen Entfernungen, eine Seitenverschiebung von 1 bei mittleren Entfernungen, von 2 oder 3 bei großen Entfernungen. Bei starkem Wind von der Seite kann eine entsprechende stärkere Seitenverschiebung angewendet werden.

Schießen mit Granaten gegen feststehende Ziele.

Jedes Schießen umfaßt drei Folgen:

a) das Ermitteln der Entfernung (das Gabelschießen);
b) das genauere Einschießen;
c) die Leitung des Feuers nach dem Einschießen.

Zu a. Bei der Gabelbildung betragen die Korrekturen bei kleinen Entfernungen 100 m, bei mittleren 200 m, bei großen 400 m. Die Gabel wird zunächst nur bis 100 m verengt, jedoch müssen die Schüsse, welche die 100 m Gabel ergeben, durch Wiederholung auf ihre Zuverlässigkeit hin geprobt werden. Die erste Folge des Schießens sieht daher z. B. folgendermaßen aus:

1.	2.	3.	4.	5.
1800	1600	1700	1800	1700
+	—	—	+	—
Gabel			Probe	

Ist die Probe erlangt, so geht man zur zweiten Folge, nämlich dem genauen Einschießen, durch Halbiren der 100 m Gabel über. Nach Schuß 5, bei obigem Beispiel, würde das Kommando 1750 erfolgen.

Zu b. Mit dieser Zwischenentfernung (1750 m) giebt man in der Regel 6 Schuß ab und betrachtet sich danach als eingeschossen, wenn von diesen 2, 3 oder 4 Schuß „davor" liegen. Ist man zu weit eingeschossen, so schießt man eine zweite Gruppe mit einer um 50 m kürzeren Entfernung. Sind drei Schüsse

hintereinander in demselben Sinne beobachtet worden, so tritt die Aenderung schon nach diesen ein.

Ist ein richtiges Verhältniß erzielt, so beginnt die dritte Folge.

Zu c. Wenn das Ziel ein stehendes ist und nur geringe Breite besitzt, so giebt der Batterieführer das Kommando: „Selbständiges Feuer der Züge!“ Auf dieses Kommando verbessern die Zugführer das Schießen eines jeden ihrer Geschütze, indem sie nöthigenfalls eine Korrektur von ± 25 m eintreten lassen. Sollte eine nochmalige Korrektur um ± 25 m nothwendig werden, so führen die Zugführer auch diese aus, müssen aber dem Batterieführer hiervon Meldung machen.

Bei breiten Zielen wird nach der zweiten Folge vom Batterieführer das Kommando „Feuer vertheilen!“ gegeben.

Schießen mit Granaten gegen sich bewegende Ziele.

Es wird sehr ausgiebiger Gebrauch vom Kurbelverfahren gemacht. Die Kommandos sind: „1/8 (1/4) Umdrehung weiter (kürzer!) Schnellfeuer!“ Das Schnellfeuer wird von den Zügen selbständig auf Kommando des Zugführers abgegeben.

Bewegt sich das Ziel schräg zur Batterie, so ordnet der Batterieführer die Seitenverschiebung der Bewegung des Ziel es und der Flugzeit entsprechend an.

Salven mit verschiedenen Entfernungen.

Ein Verfahren, das bei uns ganz unbekannt ist, besteht in der Abgabe von Salven mit drei verschiedenen Entfernungen innerhalb der Salve. Die Kommandos des Batterieführers sind hierzu z. B.: „Salve mit drei Aufsätzen! 1800 ± 50!“ Der mittelste Zug stellt die Aufsätze auf die befohlene Entfernung, der erste Zug auf eine um das angegebene Maß geringere, der dritte Zug auf eine um dasselbe Maß größere Entfernung.

Schießen auf kleine Entfernungen.

Gegen vorgehende Infanterie giebt man auf 500 m, gegen anreitende Kavallerie auf 900 m die letzte Salve ab. Bei Kavallerie geht man dann sofort zu Kartätschen über. Gegen

Infanterie dagegen setzt man das Schießen mit Granaten fort, der Aufsatz wird aber heruntergeschoben, und Korrekturen werden nur noch mit der Kurbel ausgeführt. Die Geschütze werden nicht vorgebracht.

Schießen mit Schrapnels gegen ein feststehendes Ziel.

Der Uebergang zum Schrapnelfeuer scheint als etwas Schwieriges angesehen zu werden, denn es wird gesagt, daß die Bedienung beim Schrapnelfeuer noch aufmerksamer sein müsse, als beim Schießen mit Granaten. Da die Ausrüstung der Batterie mit Schrapnels eine sehr geringe sei, und da der Uebergang zum Schrapnelfeuer sich gewöhnlich im entscheidenden Augenblicke des Kampfes vollziehe, so müßten alle Chargen der Batterie mit großer Umsicht dahin streben, daß bei dem Uebergange zum Schrapnelfeuer möglichst keine Verzögerungen oder Irrthümer vorkommen könnten.

Um ein Schießen mit Schrapnels auszuführen, schießt man sich zunächst mit Granaten ein, geht zum Schrapnelfeuer über, indem man die Zünder entsprechend der Schußtafel stellt, und giebt eine Salve ab. Als richtige Sprenghöhen werden angesehen bei 1000 m: 5 m, bei 2000 m: 10 m, bei 3000 m: 15 m.

Wenn nun die Sprengpunkte bei dieser Salve im Mittel als richtig liegend beobachtet werden, so hält der Batterieführer keine weiteren Aenderungen für nothwendig; er läßt dann ohne Unterbrechung laden. Wenn jedoch die Sprengpunkte bei der Salve zu hoch oder zu niedrig erscheinen, so vermehrt (vermindert) man die Brennzeit und giebt, nachdem die Zünder dementsprechend gestellt sind, eine zweite Salve ab, ohne am Aufsatz zu ändern. Man fährt mit diesem Verfahren so lange fort, bis man richtige Sprenghöhen erhält. Wenn man außerdem durch irgend ein Mittel feststellen kann, ob die Salve „davor" oder „dahinter" lag, etwa durch den infolge Aufschlagens der Kugeln aufwirbelnden Staub, so vermehrt (vermindert) man den Aufsatz um 100 m sowie die Brennlänge um das entsprechende Maß und giebt wiederum eine Salve ab.

Durchlaufendes Feuer von Geschütz zu Geschütz giebt es nicht. Ist der richtige Aufsatz und die richtige Brennzeit gefunden, so kommandirt der Batterieführer: „Ohne Unterbrechung

feuern!“ Auf dieses Kommando treten an Stelle der Batteriesalven die Zugsalven, welche nun vom Flügel aus nacheinander von den Zügen abgegeben werden.

Schießen mit Schrapnels gegen bewegliche Ziele.

Gegen sich bewegende Ziele schießt man niemals mit Schrapnels aus allen 6 Geschützen; man beläßt vielmehr stets einen Zug der Batterie im Granatfeuer. Der Zug, welcher im Granatfeuer verbleibt, ermittelt stets den neuen Aufsatz und meldet diesen dem Batterieführer.

Das Feuer geht von einem Flügel der Batterie aus und besteht für das Schrapnelfeuer in Zugsalven, für den Granatzug dagegen im Flügelfeuer der beiden Geschütze und im Anschluß an die Salve des vorhergehenden Zuges.

Schießen mit Kartätschen.

Die Kartätsche wird bis 400 m angewendet. Die Richtung wird über zwei Finger genommen. In der Regel läßt der Batterieführer eine Salve abgeben auf ungefähr 400 m. Nach Abgabe dieser kommandirt er sofort: „Schnellfeuer!“ Das Feuer wird alsdann durch die Zugführer abgegeben, und zwar unabhängig von den anderen Zügen. Die Geschütze werden nicht vorgebracht.

Sonstige Bemerkungen zum Schießen.

Ein Ueberschießen von Truppen ist gestattet, wenn diese Truppen nicht zu nahe vor der Batterie sind. Ueber die Entfernung, welche nothwendig ist, um über die eigene Infanterie hinwegfeuern zu können, lassen sich genaue Regeln nicht aufstellen. Diese Entfernung hängt auch ab von der Entfernung des Ziels, gegen welches die Artillerie schießt. Man kann die Infanterie überschießen, wenn diese 200, bezw. 300, bezw. 600 m vor der Batterie ist, und wenn dabei von der Artillerie gegen ein Ziel geschossen wird, welches wenigstens 1700, bezw. 1400, bezw. 1200 m entfernt ist. Der Augenblick, von welchem an das Feuer der Artillerie gegen die feindlichen Schützenlinien eingestellt werden muß, weil die eigene Infanterie schon zu nahe an den Feind

herangekommen ist, muß der Artillerie von den vorgeschobenen Linien durch Meldereiter, berittene Offiziere ꝛc. mitgetheilt werden. Die Artillerie vermehrt alsdann den Aufsatz, um die feindlichen Reserven zu beschießen.

5. Der Munitionsersatz. Die Marschordnung einer Gefechtsbatterie ist:

6 Geschütze, 3 Munitionswagen, Vorrathslaffete und Reservepferde. Die erste Staffel wird durch den Wachtmeister geführt.

Der Munitionsersatz vollzieht sich genau so, wie bei uns.

Literatur.

16.

Anleitung zur Photographie für Anfänger. Von G. Pizzighelli, k. und k. Major der Geniewaffe. Halle a. S. W. Knapp. Preis 3 M.

Erst unlängst (S. 520 des Jahrganges 1892) hat das Archiv auf die angezeigte Schrift aufmerksam gemacht. Wir kommen heut kurz darauf zurück, nur um hinzuzufügen, daß der damals vorliegenden vierten Auflage inzwischen bereits die fünfte gefolgt ist, ein Zeichen von der wachsenden Bekanntheit und Beliebtheit der sehr nützlichen, nach Inhalt und Form von Verfasser und Verleger trefflich ausgestatteten Arbeit. Was in den 14 Monaten, die zwischen den beiden Auflagen liegen, im Fache der Photographie sich Neues begeben hat, ist berücksichtigt —, insoweit es für den Anfänger in Betracht kommt. An Umfang hat das handliche Büchlein dabei nicht zugenommen; es ist im Gegentheil von 280 auf 254 Seiten zusammengeschrumpft, namentlich durch zweckmäßige Kürzungen in der Beschreibung von Apparaten. Bei vergleichender Durchsicht beider Auflagen ergab sich, daß einige entbehrliche oder gar veraltete frühere Angaben weggefallen sind, z. B. Seite 119 der 4. Aufl. „Literatur", die später (4. Aufl. S. 274, 5. Aufl. S. 248) vollständiger wiederkehrt; S. 225 der 4. Aufl. die kurze Wiederholung der Operationen beim Positivprozeß; S. 248 die Expositionsmesser von Ducoudun und Görz; die Figuren 6, 7 und 8 auf S. 10 der 4. Aufl. Neu hinzugekommen ist S. 87 der 5. Aufl.: Zeichnung von Dr. Vogel, betreffend die Wirkungsweise der Objektive verschiedener Brenn-

weite auf die Bildgröße; S. 144: Die Beschreibung der beiden erst neuerdings in den Handel gebrachten Entwickler: Rodinal- und Mentol-Entwickler; S. 245: Die Rapid-Blitzlampe von Hefekiel Link.

Wer demnach das Büchlein erwerben will, achte darauf, daß man ihm die 5. Auflage liefert.

Durch den nicht starren, sondern nachgiebigen Ganzleinenband, das mäßige Format (11 zu 15½ cm) und abgerundete Ecken hat der Verleger dafür gesorgt, daß der nützliche Rathgeber ein möglichst anspruchsloses Taschenbuch ist; nicht unerheblich — fast um 20 pCt. — hätte er auch die Dicke verringern können, wenn nicht die Anleitung sich nebenbei zu einem Insertionsorgan ausgebildet hätte. Auf die 254 Seiten, für die Major Pizzighelli eintritt, folgen noch 25 Blätter freiwilliger Mitarbeiter und Verfasser von Geschäftsempfehlungen. Dieser Zudrang von Inserenten ist zunächst ein gutes Leumundszeugniß für Verfasser und Verleger, auch geschäftlich durchaus begreiflich bei einem Verlagsartikel, von dem in vier Jahren 9000 Exemplare verkauft worden sind; es ist ferner das reichliche Angebot von photographischen Bedarfsartikeln aller Art auch für die „Amateurs" eine nützliche Orientirung, aber schließlich doch für ein Buch, das man in die Tasche stecken und täglich zur Feldarbeit mitnehmen will, ein Ballast! Ließe sich nicht vielleicht allen Betheiligten und ihren Interessen gerecht werden, wenn ein besonderes Inseraten- oder Anzeigenheft gestiftet und dieses in eine Schleife am hinteren Buchdeckel geschoben würde, analog wie in neuerer Zeit von praktischen Verlegern mit Kartenbeilagen geschieht?

17.

Vollständige logarithmische und trigonometrische Tafeln. Von Dr. E. F. August. 18. Auflage; besorgt von Dr. F. August. Leipzig, 1893. Veit & Comp. Preis 1,60 M.

Es giebt ja recht viele und ansehnliche Dienststellungen, die sich aufs Beste ohne jegliche Anwendung von Logarithmen ausfüllen lassen, aber im Leserkreise unserer Zeitschrift stellt der

Dienst doch mancherlei Aufgaben, bei denen gerechnet werden muß. Und wer hätte auch nur zu multipliziren und zu dividiren, und zöge es nicht vor, statt dessen nur zu addiren und zu subtrahiren zu brauchen!

Logarithmentafeln, wenn sie nicht bloß im Bücherschrank, sondern im Gebrauch stehen, nutzen sich unglaublich schnell ab; wer viel zu rechnen hat, kann in wenigen Jahren ein Exemplar verschlissen haben und kauft ein neues, weil das alte zu unscheinbar geworden ist. Er dürfte schwerlich in deutschen Landen eine dem Bedürfnisse des praktischen Lebens wie der Schule besser entsprechende Zusammenstellung und Anordnung finden, als die in der Ueberschrift genannte.

Der ältere August (der in gutem Andenken stehende Direktor des Cöllnischen Gymnasiums in Berlin; der Erfinder des Psychrometer) hat das Werk vor mehr als 40 Jahren gegründet und auch in den 10 ersten Auflagen rund 30 Jahre lang (ziemlich unverändert) erscheinen und wirken sehen. Sein Sohn, der auch dieses Erbe angetreten hat, hat dasselbe mit der 11. Auflage übernommen. Der Vater hatte eine sehr verdienstliche und nutzbare Arbeit gethan; der Sohn hat sie unstreitig in hervorragendem Maße gepflegt, ergänzt, berichtigt, weiter entwickelt. Er hat bereits das 25. Jahr der Wirksamkeit als Professor der Mathematik an der vereinigten Artillerie- und Ingenieurschule hinter sich, und das bürgt allein dafür, daß die Logarithmentafeln in der Form, die er ihnen gegeben hat, durchaus praktisch eingerichtet sind.

Es würde zu weit führen, wenn wir uns auf ihre Vorzüge und Besonderheiten näher einlassen wollten; nur eins wollen wir hervorheben, was unscheinbar ist, von Manchem vielleicht gar nicht bemerkt wird und doch einen großen Vorzug bildet. Es betrifft die Form der Ziffern. Es sind die sogenannten englischen: Nur 0, 1 und 2 sind gleich hoch zwischen zwei horizontalen Linien; 3, 4, 5, 7, 9 reichen tiefer wie die untere jener zwei Linien; 6 und 8 ragen über die obere hinaus. Diese Aeußerlichkeit erleichtert das Zahlenlesen ganz unglaublich und schont die Augen.

Die Arbeit ist übrigens zu bescheiden, indem sie sich unter dem Namen „Tafeln" einführt. Sie enthält in den am Schlusse beigefügten „Erläuterungen" z. B. eine werthvolle Abhandlung,

die Beurtheilung der Genauigkeit, betreffend. Ferner eine lehrreiche Auswahl astronomischer Angaben; die Dimensionen der Erde, ihre Abplattung; die daraus hervorgehende Verschiedenheit der Meridiangrade, die Beschleunigung durch die Schwere je nach der Breite; im Meeresniveau bezw. bei Erhebung über das Meeresniveau 2c. Auch eine Auswahl der geographischen Koordinaten (Breite und Länge) namhafter Orte, und zwar nicht nur in Europa gelegener.

Da uns nun einmal — trotz des Widerspruchs der Wissenschaft — Reichsregierung und Reichstag die Halbheit der Stunden-Zonenzeit aufgezwungen haben, so ist damit der gute alte und seiner Zeit mit gutem Bedacht als Grenze zwischen der alten und neuen Welt gewählte Meridian von Ferro zum alten Eisen geworfen, und es ist schade um die schönen und kostbaren Atlanten, die Mancher besitzt und so theuer bezahlt hat, daß er es nicht gern wieder thun möchte. Mit der Stundenzonenzeit ist uns logischer Weise auch der Meridian von Greenwich oktroyirt, der nichts weiter für sich hat, als daß er einen Beweis liefert, daß die Engländer . . . wir wollen nur sagen „praktische" Leute sind. Sie hatten die Seefahrt im Auge. Bei ihnen sollten sich die Schiffer aller Nationen die Chronometer kaufen, und da diese nach Greenwicher Zeit gestellt waren . . . U. s. w. So ist es gekommen, und ist ganz natürlich; aber nichts desto weniger ist es für uns unbequem und ist schade um unsere Atlanten nach dem Meridian von Ferro.

Diese anscheinende Abschweifung ist auf Herrn Prof. August gemünzt, dem empfohlen werden soll, seine „Ortstafel" erstens: noch eine Seite länger zu machen; zweitens sie zu belassen wie sie ist, d. h. die Längen von Ferro gebend, und drittens: in zwei oder mehr neuen Spalten hinzuzufügen: die Länge von Greenwich, die Weltzeit, die Ortszeit und die Stundenzonenzeit, letztere selbstredend nur da, wo die Zonenzeit schon gilt. Der Geheimrath Förster, der den Herausgeber der Tafeln schon bisher unterstützt hat, wird es bei der 19. Auflage um so lieber thun, wenn er aus der empfohlenen Ergänzung ersieht, daß auch andere Leute in Bezug auf Zeitrechnung so denken wie er; daß sie die Stundenzonenzeit sich gefallen lassen, weil sie müssen, aber das Mögliche thun, sie unschädlich zu machen. Es wird

eine Zeit kommen, wo die in Rede stehende „Ortstafel“ wieder wird vereinfacht werden können, wo unsere Uraniasäulen wieder zeigen werden, wie sie, auf Anordnung unseres Sternwartendirektors, bis zum 1. April 1893 gezeigt haben: „Weltzeit (von 1 bis 24) und Ortszeit (zweimal 1 bis 12) im Bunde“, und bei der vortrefflichen Anordnung der Augustschen Logarithmentafeln ist anzunehmen, daß dieselben auch dann noch im Gebrauch stehen werden; aber in der wievielten Auflage wohl? Noch „besorgt von Dr. F. August“? Wir wünschen es ihm; aber er wird dann vermuthlich sehr alt werden müssen, was wir ihm ja allerdings auch wünschen und gönnen.

18

Graf v. Pfeil (Major), Erlebnisse eines Preußischen Offiziers in Russischen Diensten während des Türkischen Krieges 1877/78. Berlin 1892. Königl. Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Preis M. 4,50, in Leinwandband gebunden M. 5,50.

In richtiger Würdigung dessen, was er dem Leser bietet, hat der Verfasser bei der Wahl des Titels das Wort „Erlebnisse“ an die Spitze gestellt. Das Persönliche, Individuelle der Darstellung macht ihren größten Reiz aus. Damit soll nicht etwa gesagt sein, daß das Sachliche, was berichtet wird, nicht auch wichtig und lehrreich wäre. Aber es kommt doch sehr darauf an, wie die Dinge erzählt werden. Und der Verfasser erzählt sehr gut, nachdem er sehr gut beobachtet hatte.

Es handelte sich um die dritte Gruppe von Kriegserfahrungen, die der Verfasser zwischen Balkan und Konstantinopel gesammelt hat. Er ist am 11. Oktober 1865 Offizier geworden und hat daher als junger Lieutenant im 1. Garde-Regiment zu Fuß schon den Böhmischen Feldzug von 1866 mitgemacht. Im Kriege 1870/71 war er in demselben Regiment unter den ältesten Sekondlieutenants. Er wurde am 10. Februar 1872 Premierlieutenant und unter dem 11. Januar 1877 Hauptmann. Die Rangliste von 1878 sagt von ihm: „als Hauptmann mit Pension der Abschied bewilligt.“ Erst

in der Rangliste von 1890 erscheint er wieder: „Graf v. Pfeil, Hauptmann a. D., früher Kompagnie-Chef im 1. Garde-Regiment zu Fuß, in der Armee und zwar als überzähliger Major mit Patent vom 24. März 1890 als aggregirt bei dem Grenadier-Regiment Kronprinz Friedrich Wilhelm (2. Schlesischem) Nr. 11 wieder angestellt und gleichzeitig zur Dienstleistung bei dem großen Generalstabe kommandirt." Die Rangliste von 1892 führt ihn als Kommandeur des Füsilier-Bataillons des genannten Regiments auf.

In die Zwischenzeit fällt die Episode des Dienstes in der russischen Armee. Der jetzt zum Gesandten in Petersburg ernannte damalige deutsche Militärbevollmächtigte General v. Werder scheint den Uebertritt vermittelt zu haben.

Von Gnadenfrei (einer Herrnhuterkolonie) bei Reichenbach in Schlesien trat Graf Pfeil am 3. September seine Reise an. Er giebt an, daß er während des Feldzuges fast täglich Briefe an seine Angehörigen abgesendet und außerdem sorgfältig Tagebuch geführt habe. So waren die frischen Eindrücke sicher festgelegt, und diese Frische und Unmittelbarkeit ist der für die Oeffentlichkeit bestimmten Berichterstattung sehr zu gute gekommen.

Graf Pfeil erhielt Anstellung als Hauptmann im 33. Jeletzkischen Infanterie-Regiment. Dasselbe gehörte zur Division des Fürsten Sjwatopolk-Mirski. Graf Pfeil lernte denselben auf seiner Reise von Petersburg zum Kriegsschauplatze in Bukarest kennen, wo der Fürst zur Zeit krankheitshalber sich aufhielt. Unter den vielen Persönlichkeiten, die der Verfasser zu schildern Gelegenheit hat, ist die des Fürsten Mirski eine der interessantesten und im Wesentlichen sympathische. Mit überraschender Offenheit bekannte derselbe bei der ersten Begegnung dem ihm ganz Fremden und in der Rangordnung so tief unter ihm Stehenden und jetzt ihm selbst Untergebenen, daß es um die Russen in Bulgarien sehr bedenklich gestanden habe, und daß es nicht ihrer Heeresleitung, sondern nur der erbärmlichen Eifersucht zwischen Suleiman und Mehemed Ali zu danken sei, wenn das Zusammenwirken der genannten türkischen Heerführer (und Osman Paschas in Plewna als des Dritten im Bunde) unterblieben und für die Russen die Gefahr vorübergegangen wäre, über die Donau zurückgeworfen oder gar abgeschnitten und gefangen genommen zu werden.

An Plewna hatte Graf Pfeil keinen Antheil; nur an dem verhängnißvollen Platze vorbei führte ihn sein Weg, als er, um sich beim Kaiser zu melden, das Hauptquartier (Gorni-Studen) aufsuchte.

Sein Regiment stand im Hainkiöi-Thale, dem zweitnächsten östlich vom Schipkapasse. Auch hier, wenn auch seitab von der Hauptlinie, gab es bereits Kriegserfahrungen und eine Probe von den Winternöthen im rauhen Balkan.

Von fesselndem Reize in sachlicher wie persönlicher Richtung sind vor Allem die beiden schweren Schlachttage des 8. und 9. Januar 1878.

Graf Pfeil war hier in der nächsten Umgebung des Fürsten Mirski und fungirte — ohne ausgesprochene Anstellung als solcher — thatsächlich im Charakter eines generalstäblichen Berathers.

Die vom Fürsten befehligte Kolonne war von Trawna her östlich vom Schipkapasse, die von Skobelew befehligte Abtheilung von Gabrowo her westlich vom Passe über das Gebirge dirigirt. Am Südfuße angelangt, sollten sie von beiden Seiten die türkischen Streitkräfte zusammenpressen, die ihrerseits im Angriff der russischen Stellung im Schipkapasse selbst begriffen waren. Ein sehr komplizirtes Manöver! Der Fürst griff seinerseits, wie vom Oberleitenden, dem Kommandeur des VIII. Armeekorps, General Radetzki, angeordnet war, am 8. Januar die in der Position von Dorf Schipka stark verschanzten Türken an; aber die erwartete Parallelthätigkeit seitens Skobelews blieb aus. Dieser war gleichwohl schon am Südfuße (bei Imetli) angelangt, hatte aber allerdings noch nicht alle seine Streitkräfte beisammen. Sein Angriffsobjekt war das gleichfalls stark verschanzte Scheinowo. Schipka und Scheinowo liegen nur 4 km auseinander. Es nimmt Wunder, daß bei solcher Nachbarschaft (denn Imetli liegt nur ebenso weit von Scheinowo wie dieses von Schipka) die beiden Kolonnen nichts von einander gewußt haben; jedenfalls der Fürst nichts von Skobelew. Nach Graf Pfeils Darstellung ist man geneigt, sehr schlecht von Skobelew zu denken. Wir empfehlen dringend die Pfeilsche Darstellung zu lesen Aber — audiatur et altera pars — dann auch die Darstellung von Kuropatkin (3. [Schluß-] Band von „Kritische Rückblicke auf den russisch-türkischen Krieg", bearbeitet von Oberst Krahmer).

Hatte am 8. Fürst Mirski sich nur mit knapper Noth und unter sehr empfindlichen Verlusten der Türken erwehrt, so war der Erfolg Skobelews am 9. um so glänzender.

Viele erinnern sich wohl eines der wirksamsten Bilder Wereschtschagins, darstellend die Scene, wie Skobelew, die Mütze über dem Kopfe schwenkend, auf seinem Schimmel die Front seiner Infanterie entlang sprengt; in seiner Suite ritt auch Graf Pfeil, den der Fürst Mirski abgeschickt hatte, um Skobelew zu sich zu bescheiden.

Lebensvoll und ungemein fesselnd ist auch der Rest der Darstellung des Grafen Pfeil, namentlich in den Schilderungen des sechsmonatlichen Aufenthaltes vor Konstantinopel, in welche Zeit der Friede von St. Stefano fällt, dessen feierliche Verkündigung durch den Großfürsten Nikolaus anschaulich geschildert wird (S. 191). Interessante geschichtliche Persönlichkeiten treten in dem Werke vor die Augen des Lesers: Kaiser Alexander II., Großfürst Nikolaus, Kriegsminister Miljutin, Graf Ignatjew, Graf Heyden, Fürst Sjwatopolk-Mirski, die Generale Skobelew, Radetzki, Mehemed Ali, Achmed Wefik, Fuad, Strecker Pascha und viele Andere, mit denen allen Graf Pfeil in Beziehungen trat.

19.

Russische Meisterwerke mit Accenten, Heft I. Graf Tolstoj, Der Schneesturm. Leipzig. Wolfgang Gerhards Spezialverlag für russische Lehrmittel. Preis: 60 Pf.

Der deutsche Offizier, der Russisch treibt — und deren Zahl mehrt sich ja von Tag zu Tag — hat natürlich zunächst seinen Beruf im Auge und will sich die russische Militärliteratur und die Zeitschriften, die recht redselig und umfangreich sind, zugänglich machen. Ein vorzügliches Förderungsmittel dafür haben wir ihm kürzlich in Koiranskys Wörterbuch empfohlen. Es ist sehr erklärlich, ja empfehlenswerth, wenn er von diesem ernsten und strengen Studium an den Werken der schönen Literatur Erholung

(und doch zugleich Förderung der Sprachkenntniß) sucht. In dieser Richtung kommt ihm der in der Ueberschrift genannte Leipziger Verlag aufs beste entgegen. Erschienen ist in demselben: Für Anfänger: Russische National-Bibliothek. Mit Accenten und Interlinear-Uebersetzung, die das zeitraubende Nachschlagen in Lexikon und Grammatik spart und das Sprachstudium überhaupt sehr erleichtert. Es sind 25 Hefte à 1 Mark einzeln käuflich oder 2 Bände à 10 Mark und ein Supplementband à 1 Mark.

Wir haben schon bei einer früheren Besprechung Gelegenheit genommen, das von den pedantischen Grammatikern verpönte System der Interlinear-Uebersetzungen zu loben, weil es an dem unbeholfenen Deutsch, zu dem es führt, dem Lernenden den Unterschied im Satzbau, ja im Sprachgeiste überhaupt eindringlich veranschaulicht.

Gleichfalls zu einem Gerhardschen Verlagsartikel geworden ist die Kollektion Manassewitsch (wir haben des Sammlers, der gleichfalls ein militärisches Wörterbuch — viel kürzer, gedrängter, aber auch entsprechend billiger als das Koiranskys — herausgegeben hat, gleichfalls kürzlich gedacht.*) Diese Kollektion umfaßt bis jetzt 40 Hefte zu 0,5 M. Sie hat Accente. Sie bringt vorzugsweise diejenigen Schriftsteller, die man in der noch so jungen russischen Belletristik als die Klassiker bezeichnet.

Für das vorgeschrittene Studium bestimmt ist die russische Bibliothek. Textausgaben ohne Accente, Uebersetzung und Anmerkungen. Es sind hiervon 53 Bände erschienen.

Der Sprung von der Nationalbibliothek zur Bibliothek ist dem Verleger zu groß erschienen, er hat daher ein neues Sammelwerk unternommen, das die Lücke zwischen den genannten ausfüllen soll. Es trägt die Bezeichnung: „Russische Meisterwerke mit Accenten (ohne Uebersetzung)." Begonnen ist die Sammlung mit Tolstojs „Metél" (Schneegestöber).

---

*) Wegen Raummangel begnügen wir uns mit der bloßen Namhaftmachung eines dritten zweckentsprechenden lexikalischen Hülfsmittels neuesten Datums:

Deutsch-russisches Taschen-Wörterbuch für Techniker. Von H. Hübig. Riga; A. Stieda, 1893.

In Aussicht genommen ist eine zweite Ausgabe mit Anmerkungen, doch will der Verleger damit erst vorgehen, wenn Nachfrage ist. Man sollte meinen, sie werde sein. Besonders, da zwei Vertrauen erweckende Herausgeber genannt werden: Dr. F. v. Mertschinski, geborener Russe, Konsularagent, und Dr. phil. Abicht, Lektor des Polnischen und Russischen an der Universität Breslau.

Die Hefte à 60 Pf. sind einzeln zu haben.*)

20.

Anleitung zur Anfertigung von Krokis, Skizzen und Erkundungsberichten. Von Kutzen, Major und Bataillonskommandeur. Berlin 1892. Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Preis 1 M.

Der Verfasser war Lehrer an der Kriegsschule in Glogau und hat damals die „Anleitung" nach den Bestimmungen der Felddienstordnung und den Angaben des Leitfadens der Terrainlehre für seine Schüler entworfen. Da sie Beifall und Anerkennung fand, hat er sie im Druck erscheinen lassen, und daß er daran gut gethan, beweist die nöthig gewordene zweite Auflage. Dieselbe ist nach dem inzwischen neu erschienenen Leitfaden der Terrainlehre umgearbeitet und überdies erweitert.

Die Arbeit ist sehr dankenswerth, in Text und Beilagen einfach, klar, erschöpfend und zuverlässig; sie steht durchaus auf der Höhe der Zeit und ist für Jung und Alt gleich brauchbar; für diejenigen, die das Aufnehmen, Zeichnen und Schreiben zu leisten haben, wie für diejenigen, die es ihnen auftragen. Die älteren unter den jetzt derartige Aufträge Ertheilenden haben es noch nicht so gut gelernt, wissen aber, was sie jetzt verlangen können.

---

*) Unsere kurze Anzeige hat etwas lange im Pult gelegen und auf Platz zum Abdruck warten müssen. Inzwischen hat das Unternehmen so viel Anklang gefunden, daß der Verleger sich entschlossen hat, die Ausgabe mit Anmerkungen gleichfalls ins Leben treten zu lassen. Kommentar zu мегёль liegt bereits vor.

Desgleichen (ohne Anmerkungen) zwei Hefte von Krylovs Fabeln.

Wenn es, wie die Arbeit verdient, bald zu einer neuen Auflage kommt, rathen wir dem Verfasser, auf Seite 66 Zeile 2 von oben das Wort „genau“ hinter „Süden“ zu streichen und dafür etwa zu setzen: „in unseren Breitegraden so beiläufig, ungefähr“. „Genau“ wäre es nämlich nur dann, wenn die Sonnenbahn überall auf der Erde dem Horizonte parallel läge, was bekanntlich nur für die Pole zutrifft!

Was an der bezeichneten Stelle über Orientiren nach dem Sonnenstande beigebracht ist, ist in zahllosen Büchern zu lesen, und ein ungefährer Anhalt ist es ja auch, nur nicht „genau“. Uebrigens selbst in unseren Breiten im hohen Sommer und tiefen Winter und in den vom Mittage entferntesten Stunden recht ungenau.

Eigentlich gehört es zu den Elementen der Astronomie bezw. der sogenannten mathematischen Geographie, daß „Stundenwinkel“ und „Azimuth“ oder — was auf Eins herauskommt, „Richtung des Schattens“ durchaus nicht einerlei sind und jener für diesen nicht gesetzt werden darf. Dieser immer wieder empfohlene Orientirungsbehelf ist unseres Wissensstandpunktes eigentlich nicht mehr würdig. Die von Major Kutzen aufgenommene Methode, den Stundenwinkel von der Uhr sich angeben zu lassen, hat zuerst ein französischer Major und Militärlehrer in St. Cyr, Mossard, empfohlen.

XIV.

Beiträge zur Geschichte der technischen Truppen der österreichischen Armee.

Die bereits beschlossene und durch verschiedene Maßregeln vorbereitete Vereinigung der Genietruppe der österreichisch-ungarischen Armee mit den Pionieren ist eine Reform von solcher Bedeutung, daß ein kurzer Rückblick auf die Geschichte dieser beiden Truppenkörper an dieser Stelle nicht ungerechtfertigt erscheinen dürfte. Es wurde diese Vereinigung schon in früherer Zeit wiederholt angeregt und auch theilweise begonnen. Sie kam aber nicht zu Stande, ja es folgte oft eine noch größere Zersplitterung.

Es hat die Verfassung der Geschichte einer Truppe, welche selten oder nie vereinigt zur Thätigkeit berufen wird, sondern, in kleinere und größere Abtheilungen gesondert, an der Seite der anderen Waffengattungen verwendet wird, an sich schon bedeutende Schwierigkeiten. Und ist die Dienstleistung dieser Truppe von besonders eigenthümlicher Art und großer Bedeutung, so liegt es sehr nahe, daß dieselbe in den Vordergrund tritt und die Darstellung der Geschichte der Truppe selbst, namentlich des Ganges ihrer Entwickelung und Ausbildung, vernachlässigt und über der Erzählung ihrer kriegerischen Leistungen die vorbereitende Thätigkeit des Friedens vergessen wird.

Noch seltener werden die Ursachen dargelegt, welche die glänzenden Leistungen einer solchen Truppe ermöglichten oder es verhinderten, daß Letztere in manchen Fällen nicht das leisten konnte, was man von ihr erwartet haben mochte. Wir sehen

Solches bei der Artillerie, indem die meisten Werke, welche sich mit deren Geschichte beschäftigen, eher eine Geschichte der kriegerischen Leistungen oder des Materials der betreffenden Artillerie als eine Geschichte dieser Artillerie genannt zu werden verdienen. Erst die neueste Zeit hat einige rühmliche Ausnahmen in dieser Beziehung gebracht. Aehnlich verhält es sich mit jenen Truppen, welche man unter der Benennung „Technische Truppen" zusammenzufassen pflegt.

Bei den technischen Truppen der österreichischen Armee ist die Sache noch schwieriger, da die verschiedenen Korps, welche dazu gerechnet werden müssen, voneinander nicht durch ihren verschiedenen Dienst, verschiedene Organisation, Ausrüstung und Bekleidung, sondern hauptsächlich durch die Unterstellung unter eine verschiedene Oberleitung scharf voneinander gesondert wurden und thatsächlich noch gesondert sind, ja daß Truppen, welche unzweifelhaft zu den technischen gehören, zu einer anderen Waffengattung gerechnet wurden oder wenigstens nicht unter der Leitung des gesammten Ingenieurwesens standen. Es existiren zwar mehrere schätzenswerthe Arbeiten über die Geschichte der verschiedenen technischen Truppen (so die Abhandlung des damaligen Oberst Lustig über das Geniekorps, eine vorzügliche Geschichte des Pionier-Regiments 2c.), aber sie behandeln eben nur einen Theil dieser Truppen und es ist aus naheliegenden Gründen eine Kritik der jeweiligen Verhältnisse weggelassen worden.

Dazu kommt noch, daß die Organisation keiner anderen Truppe theilweise oder auch gänzlich so oft geändert worden ist wie es bei den technischen Korps der Fall war; ja es kam vor daß bei demselben Korps der eine Theil reformirt, der andere aber in seiner bisherigen Verfassung belassen wurde. Die Aufzählung aller im Laufe der Zeit verfügten Organisationsänderungen würde allein einen Band füllen. Besonders in den letztverflossenen fünfzig Jahren wurden die Aenderungen in rascher Folge verfügt.

Obwohl in den Kriegen des sechzehnten und siebzehnten Jahrhunderts der Festungskrieg eine Hauptrolle spielte und auch im Felde tüchtig „geschanzt" wurde, darf die Entstehung des österreichischen Ingenieurwesens doch erst in die erste Hälfte des vorigen Jahrhunderts gesetzt werden. Wohl wurden Festungen gebaut, kunstvoll belagert und rühmlich vertheidigt, verschanzte Positionen

rgestellt und Brücken geschlagen. Aber es fehlte an bleibend
igestellten Ingenieuren und noch mehr an ständigen technischen
ruppen im heutigen Sinne. Die „Gezeugmeister", welche nicht
lein über die Artillerie verfügten, sondern auch das Schanzwesen
nter sich hatten, die bald da bald dort sich verdingenden „Kriegs-
umeister" von Profession, beim Festungsbaue auch gewöhnliche
aumeister und Generale und Offiziere, welche in diesem Fache
enntnisse und Erfahrung besaßen, leiteten die in und vor Festungen
der im Felde vorkommenden Arbeiten, welche von angeworbenen
Schanzbauern" (von welchen jene aus gewissen Gegenden be-
nders gesucht wurden), gedungenen Handwerkern, aufgebotenen
auern und Bürgern sowie von Soldaten ausgeführt wurden.

Für den Minenkrieg, der trotz der geringen Entwickelung des
inenwesens oft genug zur Anwendung kam, wurden zumeist
ergleute und Brunnenmacher, für den Brückenbau Schiffer,
immerleute, Müller und Fischer aufgeboten. Auch Korbflechter
men schon ziemlich früh bei der Herstellung von Faschinen und
chanzkörben zur Verwendung.

Unter den Kriegsbaumeistern finden sich übrigens mehrere in
r Geschichte des Befestigungswesens genannte Namen, unter
elchen Daniel Speckle, der bei dem Baue mehrerer öster-
ichischen Festungen beschäftigt war und längere Zeit in öster-
ichischen Diensten stand, besonders hervorgehoben zu werden ver-
ent. Zumeist aber waren die Kriegsbaumeister Italiener, Spanier
nd Wallonen.

Erst im dreißigjährigen Kriege kommen Ingenieure und
war schon mit militärischem Range, vor, so z. B. Pieroni,
orri, Don Innocenz Conti, Grotta u. A. (Doch kommt
596 ein „obrister Ingenieur" vor.) Doch wurden diese Ingenieure
ur fallweise und für einige Zeit angenommen. Ihre Zahl
enügte nicht, und es wurden daher Militärs, welche des Be-
estigungswesens kundig waren, sehr geschätzt. Solche Männer
aren häufiger, als man es nach den Verhältnissen jener Zeit
rwarten sollte.

Um aber dem immer fühlbarer werdenden Mangel an In-
enieuren abzuhelfen, berief Kaiser Leopold I. französische, italie-
nische und deutsche „Kriegsbaukundige", welche kein eigenes Korps
bildeten, sondern gewöhnlich in den Stand eines Regiments ein-
gereiht wurden und einen militärischen Rang erhielten. Unter

denselben verdienen Morendo, Vasembo, Peroni, Marsigli, Dumont und der von manchen Ingenieuren vielleicht über Gebühr gepriesene Rimpler, während der letzten Regierungsjahre des genannten Kaisers aber General Borgsdorf, der entschiedenste Gegner der Ideen Rimplers, Kayserfeld und besonders Peter de Goulon, der für den besten Ingenieur des Kaisers galt, genannt zu werden.

Dennoch blieben die Klagen über den Mangel an Ingenieuren aufrecht, und konnte diesem Mangel nicht abgeholfen werden. Dafür wurde in Wien ein eigenes, direkt dem Hofkriegsrath unterstehendes „Fortifikations-Zahlamt", aus zwölf Offizieren und Beamten bestehend, errichtet, „um die Ausgaben für das Festungswesen zu kontroliren", und es wurden „Schanzaufseher" angestellt, welche für die Erhaltung der „Werker" und die Ordnung darin zu sorgen hatten. Auch fällt in den Beginn dieser Periode der erste Versuch zur Heranbildung eigener Ingenieure. Doch ging dieser Versuch nicht von der Regierung, sondern von einem Privatmann aus! Ein Baron Chaos stiftete nämlich 1663 ein Waisenhaus, dessen Zöglinge „also instruirt" werden sollten, daß mit der Zeit auch gute Ingenieure u. dgl. aus ihnen werden könnten. Es darf diese Stiftung als der Vorläufer, ja als ein Theil der Grundlage der späteren Ingenieurschule betrachtet werden.

Wenn es nun Ingenieure gab, welche der Armee bleibend angehörten, so bestanden doch keine technischen Truppen, sondern es wurden die zur Ausführung der Arbeiten nothwendigen Leute wie früher in der bereits angegebenen Weise aufgebracht, fallweise jedoch in eigene Abtheilungen zusammengestellt.

Die zeitweilig bestehende Kriegsflottille auf der Donau und die Donauschifffahrt überhaupt standen unter dem „Oberstschiffamt" in Wien. Demselben lag im Kriegsfalle die Ausrüstung der Kriegs- und Brückenschiffe, sowie der nöthigen Kapitäne, Matrosen und „Brückenknechte" ob. Die oberste Leitung dieser Behörde war im erblichen (!) Besitze der Familie St. Hilaire (der Nachkommen jenes Kürassieroberſten, welcher Ferdinand II. 1619 aus den Händen der Wiener Aufständischen befreit hatte), also eine reine Sinekure.

Im Jahre 1700 wurde die erste Mineur-Kompagnie mit einem Stande von 3 Offizieren und 63 Mann errichtet. Sie bildete einen Theil der Artillerie, wurde bald bedeutend verstärkt,

aber noch während des spanischen Erbfolgekrieges oder gleich nach demselben aufgelöst. Ihr unmittelbarer Chef war der Artilleriegeneral Berzetti, während Marchese Obizzi die Oberleitung der Artillerie hatte. (Wie die Namen zeigen, waren auch jetzt Italiener in den oberen Stellen vorherrschend.) — Die Mineure gehörten also zur Artillerie, die Pontoniere wurden von einer halbcivilen Behörde beigestellt, und die vorhandenen Ingenieure unterstanden den Befehlshabern der Festungen oder Truppen, je nachdem sie ihre Verwendung fanden. Zeitweise scheinen von den Truppen eigene Abtheilungen ausgeschieden worden zu sein, denen die im Felde vorkommenden Pionierarbeiten übertragen wurden.

Diese ersten Mineure dürften so wie die Artilleristen, nämlich mit langen Röcken und weiten Kniehosen von dunkelblauer Farbe, weißen Strümpfen und Bundschuhen und einem niederen runden Hut mit herabhängenden Bändern bekleidet und mit einer Werkzeugtasche und einem um die Hüften geschnallten Degen ausgerüstet gewesen sein, während die Offiziere sich nach Belieben kleiden durften, jedoch mit Sturmhaube, büffelledernen Handschuhen (und anfänglich vielleicht noch mit einem Brustharnisch) versehen sein mußten.

An die Stelle des auf Eugens Betreiben entfernten Obizzi trat Feldzeugmeister Ruppach und nach diesem der Feldmarschall Graf Wirich Daun an die Spitze der Artillerie. Letzterem wurde bald auch ein bedeutender Einfluß auf das Ingenieurwesen eingeräumt, und seine ersten Anordnungen ließen das Beste hoffen. Er wurde in seinen Bemühungen durch den Prinzen Eugen wirksam unterstützt. Leider übten seine Ueberbürdung mit anderweitigen Obliegenheiten, die Rücksichten auf die Staatsfinanzen, die Intriguen der dem Prinzen Eugen feindlichen Hofpartei sowie Alter und Krankheit einen hemmenden Einfluß auf sein ferneres Wirken, und wurde der ihm beigegebene und in seine Absichten eingeweihte nunmehrige Feldmarschall Graf Ruppach schon nach wenigen Jahren durch den Tod abberufen.

Seine erste Verfügung war die abermalige Errichtung einer Mineur-Kompagnie (1716) in Budweis von ungefähr gleicher Stärke wie die frühere Kompagnie. Die Offiziere sollten in der „Minirkunst" und im Ingenieurwesen überhaupt gut bewandert sein, die Mannschaft aber, zu welcher nebst Bergknappen auch Handwerker angeworben wurden, hauptsächlich praktisch ausgebildet

und durch „vieles Arbeiten tüchtig eingeübt werden". Dieser Grundsatz bei der Ausbildung der technischen Truppen wurde auch später befolgt.

Die Bekleidung dieser Mineure glich ebenfalls jener der Artillerie und bestand bis zum Jahre 1748 aus dunkelblauen Röcken mit Seitentaschen und großen Aufschlägen mit gelben Knöpfen, dunkelblauen Westen, weißen Hosen und Gamaschen nebst Hüten mit breiter, auf drei Seiten aufgebogener Krempe. Dazu kam ein Degen und (jedoch erst einige Zeit nach der Errichtung) ein kurzes Gewehr. Die Offiziere trugen im Dienste eine ähnliche, jedoch aus feinerem Tuche gefertigte und mit Goldtressen besetzte Kleidung, dann Feldbinden aus Kameelgarn. In der inneren Seite des Hutkopfes war eine eiserne Schale zum Schutz gegen Hiebe befestigt. Der tüchtige Goulon wurde mit der speziellen Leitung des „Minirwesens" beauftragt.

Im folgenden Jahre wurde auf Eugens und Wirich Dauns dringende Vorstellungen die Errichtung einer Ingenieurschule in Wien angeordnet. Dieselbe wurde 1718 eröffnet. Der Graf Daun wurde zum „Superintendenten" dieser Schule, Graf Ruppach zu seinem Stellvertreter ernannt. Die Ingenieurschule stand in einer ziemlich engen Verbindung mit der erwähnten von dem Baron Chaos gestifteten Schule. Von den Zöglingen der Letzteren (deren Zahl zuweilen 250 betrug), welche zuerst in einem zweijährigen Kurse „in den Elementargegenständen" unterrichtet wurden, stiegen die besseren in die „lateinische Schule" auf, während die minderen nach einem weiteren Schuljahre ein Handwerk lernten.

Die besten „lateinischen Schüler" kamen dann in die Ingenieurschule, in welche übrigens auch andere Jünglinge, welche die Gymnasialbildung besaßen, als externe und interne Schüler eintreten konnten. Doch wohnten auch Letztere nicht durchgehends in der Anstalt, sondern in gemietheten Häusern, und sie scheinen überhaupt keinem besonderen Zwange unterworfen gewesen zu sein. Man sah weniger auf das stete Lernen, sondern auf das durch das Lernen erworbene Wissen, wogegen in der Artillerie später der entgegengesetzte Grundsatz befolgt wurde.

Die Lehrgegenstände waren niedere und höhere Mathematik, allgemeine und Kriegsgeschichte, bürgerliche Baukunst, Befestigungskunst, Festungskrieg, Zeichnen, Exerziren, Fechten und Voltigiren. Unter

den nicht obligaten Gegenständen befanden sich Reiten, Tanzen und fremde Sprachen. Die Lehrer gehörten zumeist dem Civilstande an, und manche Gegenstände mußten die Zöglinge an der Wiener Universität hören. Später kamen noch französische Sprache und Tanzen als obligate Gegenstände hinzu. Die Zöglinge waren theils „ihre Kost und den Unterricht bezahlende" Schüler, theils Staatszöglinge. Beide Klassen waren sehr zahlreich, da Jünglinge aus „den besten Häusern" durch den Ruf der Lehrer, namentlich des gelehrten Joh. Jac. Marinoni, herangezogen wurden und andererseits von mehreren Patrioten Freiplätze gegründet wurden.

Die Zahl der Gegenstände war somit ziemlich bedeutend, und es konnte auf dieser Lehranstalt eine für jene Zeit immerhin bedeutende Bildung erlangt werden. Aber die Schule unterstand nicht der obersten Leitung des Ingenieurwesens, ja sie war überhaupt keine militärische Schule! Dieses war der Hauptfehler.

Zur gleichen Zeit wurde eine „Kriegsbauschule" in Brüssel errichtet, die unter der Leitung des nachmaligen Feldmarschalls Grafen Adrian Wrangel stand. Dieselbe bildete ihre Schüler jedoch auch für andere Fächer aus.

Mit der Aufstellung der Mineur-Kompagnie und der Errichtung der gedachten zwei Schulen erlahmte jedoch der Anlauf, den man zur Besserung des Ingenieurwesens genommen hatte. Wohl gab es in dieser und in der nächsten Zeit noch einige tüchtige Ingenieure, welche jedoch zumeist dem Auslande entstammten. Unter diesen Ingenieuren waren jedoch bloß Graf A. Harsch und Baron Wutgenau von besonderer Bedeutung.

Wie die Niederlande überhaupt in allen Dingen besonders bevorzugt wurden, so geschah es auch in Bezug auf das Ingenieurwesen, indem 1732 ein eigenes niederländisches Ingenieurkorps errichtet wurde. Dasselbe war in zwei Brigaden (zu Brüssel und Mecheln) eingetheilt und bestand aus zwei Hauptleuten und zwölf Lieutenants. Es war in administrativer Hinsicht der — Artillerie zugetheilt und unterstand in dienstlicher Beziehung dem jeweiligen Generalkapitän der Niederlande (welche Stelle damals — die Erzherzogin Elisabeth bekleidete) und dem kommandirenden General.

Nach Beendigung des Türkenkrieges wurden zum ersten Male die Donauflottille und die Pontonierabtheilung nicht gänzlich aufgelöst, sondern ein Theil der Mannschaft bleibend in eine Abtheilung

vereinigt, welche als „Haus-Kompagnie" des Brückenwesens unter einem „Brückenoberhauptmann" stand und als der Stamm des Pontonierkorps betrachtet werden muß. Der Stand dieser Kompagnie wechselte zwischen 90 und 180 Köpfen.

Diese Pontoniere waren ähnlich wie die Mineure gekleidet und ausgerüstet, nur trugen sie Röcke von lichtblauem Tuche mit rothen Aufschlägen und weißen Knöpfen, dann statt der Schuhe Ledergamaschen oder Stiefel. Sie blieben im Frieden dem Oberstschiffamt und im Kriege dem Kommandanten der Armee, welcher sie zugetheilt wurden, unterstellt. — Dies waren die einzigen Aenderungen bei den technischen Truppen, welche bis zum Ende des österreichischen Erbfolgekrieges durchgeführt wurden. Und so war es begreiflich, daß die Artillerie und das Ingenieurwesen sich zu dieser Zeit in gleich kläglichem Zustande befanden.

An die Spitze der Ersteren aber stellte die Kaiserin Maria Theresia einen Mann, wie er passender kaum gefunden werden konnte. Sie war aber minder glücklich mit der Wahl des Chefs des Ingenieurwesens. Hier fand sich kein Fürst Liechtenstein, dessen Verdienste noch jetzt von jedem österreichischen Artilleristen bewundernd anerkannt werden, sondern es wurde der Herzog Karl von Lothringen zum Generaldirektor des Genie- und Fortifikationswesens ernannt! — Die Mißerfolge, welcher dieser Prinz bei Chotusiz, bei Prag und besonders bei Leuthen erfahren hatte, nöthigten ihm selbst das Eingeständniß seiner Nichtbefähigung zum Heerführer ab, und er mochte auch kein übergroßes Vertrauen zu seiner Befähigung für diesen neuen Posten besitzen, da er seinen Prodirektoren sehr große Vollmacht ertheilte. Die Zurücklegung des ihm verliehenen Großkreuzes des Maria Theresien-Ordens ist ein weiterer Beweis der Bescheidenheit des Herzogs, welcher übrigens offen erklärt haben soll, daß er diesen Posten nur auf wiederholtes Verlangen der Kaiserin übernommen habe und daß er nur dadurch sich beruhigen könne, daß er so tüchtige Männer, welche ihm diese schwere Last tragen hülfen, an seiner Seite habe.

Aber auch bei vorausgesetzter höchster Befähigung wäre es dem Herzog bei seiner Ueberbürdung mit anderen Obliegenheiten unmöglich gewesen, auch die oberste Leitung des so sehr vernachlässigten Ingenieurwesens in der Weise zu führen, wie es nothwendig war. Die ganze Thatkraft und Einsicht des tüchtigsten

Mannes wäre durch die Pflichten, die ihm dieser Posten auferlegte, im vollsten Maße beansprucht worden. Er war bei Uebernahme des Letzteren „Generallieutenant", also gewissermaßen Generalissimus der Armee, wurde dann Hoch- und Deutschmeister, später Gouverneur und Generalkapitän der Niederlande und bekleidete außerdem mehrere andere Aemter und Würden. Und als der Prinz nach der Schlacht bei Leuthen den Heerbefehl niederlegte und sich auf seinen Posten in den Niederlanden zurückzog, mußte er seinen Stellvertretern noch größere Vollmacht übertragen, und seine Stelle als Chef des Ingenieurwesens durfte als eine Sinekure gelten.

Wohl mochten die ihm beigegebenen Generale Bohn, dann Graf Philipp Harsch*) und zeitweise Graf Pellegrini den besten Willen und auch Befähigung besitzen, aber sie hatten doch nicht unbeschränkte Vollmacht, da sich der Herzog in wichtigen Angelegenheiten die Entscheidung vorbehalten hatte. Ihm mußten zahlreiche Akten zugesendet werden, und man kann sich vorstellen, wie schleppend der Geschäftsgang bei dem damaligen langsamen Postverkehr war, zumal da der Prinz die Sachen über das „Festungswesen" nur an bestimmten Tagen erledigte.

Dennoch dürfen die ersten Anordnungen, mochten sie nun der Initiative des Prinzen oder der gedachten Generale entstammen, als zweckmäßig bezeichnet werden.

Das Reformwerk begann 1747 mit der Errichtung eines „selbständigen Ingenieurkorps", welches aus einer deutschen, ungarischen, italienischen und niederländischen Brigade zu bestehen hatte. Die Generaldirektion wurde aus dem Generaldirektor (Herzog von Lothringen), dem Prodirektor, dem Archivar, Sekretär, einem Adjutanten (sämmtlich Offiziere), drei „Kondukteuren" (Fähnriche), einem „General-Kassaverwalter" und einem Zahlmeister (Beamte) gebildet. Später kamen noch einige Generale dazu. Jede Brigade zählte 1 „Obrist", 1 „Obristlieutenant",

*) Dieser Graf Harsch darf mit dem früher genannten nicht verwechselt werden. Beide haben auch als Schriftsteller gewirkt, und galt Philipp als Kapazität im Minenwesen, wofür aber die von ihm angeordnete und total mißglückte Sprengung der Prager Brücke im Jahre 1744 durchaus nicht spricht. Oder verlegte er sich erst nach dieser Schlappe auf das Studium der Minentheorie?

2 „Obristwachtmeister", 4 Hauptleute, 5 Oberlieutenants, 5 Lieute-
nants und 5 „Kondukteure" in ihrem Stande, der aber schon in
der nächsten Zeit wiederholt je nach Bedarf vermehrt oder ver-
mindert wurde.

Die italienische, noch mehr aber die niederländische Brigade
hatten eine große Selbständigkeit, und war bei Ersterer die
italienische Sprache theilweise, bei Letzterer aber die französische
Sprache ausschließlich als Dienstsprache eingeführt. Diese Sonder-
stellung mochte wohl durch politische Rücksichten geboten sein, war
aber einem raschen und einheitlichen Dienstbetriebe gewiß nicht
förderlich. Schon im nächsten Jahre wurden auch Hauptleute
zweiter Klasse ernannt, welche zuerst den Namen „Sekonde-
hauptmann" führten, später aber „Kapitänlieutenants" genannt
wurden. Auch die „Oberlieutenants" erscheinen erst in diesem
Jahre. Es wurden in das neue Korps alle in der Armee befind-
lichen, doch auch mehrere ausländische Ingenieure eingetheilt.
Den Stamm der niederländischen Brigade bildete das bisher be-
standene niederländische Ingenieurkorps, welches 1744 um 5 Offi-
ziere vermehrt und 1745 in eine einzige Abtheilung zusammen-
gezogen worden war.

Ein gleichzeitig veröffentlichtes „Regulament" stellte die Ob-
liegenheiten der verschiedenen Chargen in ziemlich präziser Weise fest.

Dem Generaldirektor war die oberste Leitung übertragen,
während der Prodirektor sich nicht nur um das Festungswesen,
sondern auch um die „Beförderung des Wohlstandes, der Gesund-
heit und Fruchtbarkeit der verschiedenen Länder" zu kümmern
hatte. Es waren ihm also gewissermaßen die Funktionen eines
Ackerbauministers übertragen.

Die Obersten fungirten als **Direktoren** der Länder, für
welche die Brigaden bestimmt waren. (Die deutsche Brigade hatte
außer Böhmen und den „Erbländern" auch „Vorderösterreich"
und die Reichsfestungen zu versehen.) Die Oberstlieutenants und
Majors waren „**Pro-** und **Sousdirektoren**" der Direktoren,
während die Hauptleute als **Direktoren** in den Städten und
Festungen wirkten. Die Subalternoffiziere waren ihnen zur
Unterstützung zugetheilt. Dieselben sollten in ihrem Fache ver-
läßlich und gut ausgebildet sein und ihren Chef, den Geni-
direktor des Platzes, vertreten, sowie Festungen ausstecken und d

Pläne dazu entwerfen können. Doch war Kassation auf das Kopiren der Pläne gesetzt.

Der Kassaverwalter und der Zahlmeister besorgten die Geldgeschäfte.

Der Archivar hatte die Aufbewahrung der Pläne und Schriften und war überdies mit der „Erfindung" der nöthigen Maschinen beauftragt.

In demselben Jahre wurden die Mineure um eine zweite Kompagnie vermehrt und dem Kommando des Artilleriemajors Heinrich Schröder unterstellt.*) Der Stand einer Kompagnie wurde aus 1 Hauptmann, 1 Oberlieutenant, 2 Lieutenants, 2 Minenmeistern (im Range der Oberfeuerwerker der Artillerie), 2 Feldwebeln, 8 Mineurführern, 1 Fourier, 12 Obermineuren (Korporalen), 20 Altmineuren (Gefreiten), 68 Jungmineuren (Gemeinen), 1 Tambour, 1 Pfeifer und 1 Fourierschützen (Diener des Hauptmanns) gebildet. Die Offiziere durften zu ihrer Bedienung Leute des Mannschaftsstandes wählen. Doch mußten diese Leute die wichtigeren Uebungen und Dienste mitmachen.

Die Löhnungen waren durchgängig höher als jene der gleichen Chargen der übrigen Truppen und kamen jenen bei der Artillerie ziemlich gleich, wie auch die Gagen der Offiziere, besonders der Stabsoffiziere und Hauptleute, beträchtlich höher waren. Doch bestand ein Unterschied nach den verschiedenen Provinzen, und besonders in Ungarn waren die meisten Gebühren niedriger festgesetzt.

Die Ingenieure, welche früher die Uniform jener Regimenter, in deren Stand sie geführt wurden, getragen hatten, erhielten jetzt „allgemeine Armeeuniform", nämlich weiße Röcke und Beinkleider, dunkelrothe Aufschläge und Westen, dreieckige Hüte, Degen an einer Hängekoppel, goldene Portepees und mit Gold durchwirkte Feldbinden (beide je nach dem Grade verschieden). Im

*) Schröder war ein Brandenburger und ausgezeichnet im Mineurfache. Ebenso Wilhelm Schröder, ein brandenburgischer Student, der den Artilleristen in Wien Unterricht in der Mathematik ertheilte und vom Fürsten Liechtenstein, der davon hörte, sofort als Offizier angestellt wurde. Beide werden oft miteinander verwechselt. Auch ein dritter Schröder, welcher es zum Feldzeugmeister brachte, stammte aus Preußen und zeichnete sich im Artillerie- und Geniefache aus.

Dienste durfte nur die vorgeschriebene Uniform und diese ohne Gold- und Silberstickerei oder Tressen getragen werden. Außer Dienst waren dagegen sehr reich verzierte Uniformen gestattet. Auch das Tragen der Civilkleider war erlaubt und wurde erst 19 Jahre später verboten.

Die Kleidung der Mineure wurde nur wenig geändert, doch bürgerte sich allmählich ein lichteres Blau der Röcke ein, und werden auch schon die Pistolen erwähnt. Aehnlich war es bei den Pontonieren.

Das Riemenzeug war bei Beiden von weißer Farbe.

Die dem Ingenieurkorps angehörenden Generale trugen die gewöhnliche Generalsuniform, nämlich weiße Röcke, Hosen und goldbordirte Westen von rother Farbe und goldene Feldbinden. Generale, Stabsoffiziere und Offiziere trugen spanische Rohre.

Eine Reform von Bedeutung war die 1755 verfügte Aufhebung des erwähnten Chaosschen Institutes, dessen Lokale der Ingenieurschule eingeräumt und dessen Vermögen zur Gründung von Freiplätzen verwendet wurde. Es scheint in den letzten Jahren an diesem Institute ein Treiben, an die Zeiten der Blüthe des Burschenschaftswesens erinnernd, geherrscht zu haben. Doch erst im folgenden Jahre wurde die Ingenieurschule in eine kaiserliche und damit in eine militärische Anstalt verwandelt, jedoch erst 1760 der Leitung des Ingenieurwesens, speziell dem Prodirektor unterstellt.

Der Stand des Aufsichts- und Lehrpersonals war ein sehr bescheidener, indem ein Hauptmann, Rittmeister oder Major als Kommandant fungirte, welchem 11 bis 12 Offiziere und Lehrer und 25 Unteroffiziere und Soldaten als Aufseher und Diener beigegeben waren. Die Sache läßt sich, da die meisten Gegenstände in ausgedehnterem Maße vorgetragen wurden und mehrere Gegenstände zugewachsen waren, dadurch erklären, daß auch Lehrer der verschiedenen Civilschulen Vorträge hielten. Es gab „ärarische" und Zahlzöglinge, und obwohl bald ausdrücklich bestimmt wurde, daß das Ingenieurkorps fortan nur durch die aus dieser Schule ausgemusterten Zöglinge ergänzt werden solle, hielt man doch an dem Grundsatze fest, daß das Aufsteigen in die höheren Jahrgänge nur nach gut bestandener Prüfung und nur die Einreihung der besten „Absolvirten" in das Ingenieurkorps zulässig sein solle. Auch später wich man davon nicht ab, während man bei der

Mannschaft nur auf eine recht gründliche praktische Ausbildung sah und dem Auswendiglernen des „Mineur- und Sappeurunterrichtes" (für welchen bloß geschriebene Hefte existirten) keinen übermäßigen Werth beilegte.

Die Zahl der Zöglinge blieb nicht gleich, sondern schwankte zwischen 100 und 200 je nach den Zeitverhältnissen. Die Verpflegung war eine gute, „wie junge Leute aus besseren Familien sie gewohnt seien", und auch die Bekleidung durfte eine schmucke genannt werden. Dieselbe bestand aus einem weißen Rocke mit lichtrothen betreßten Aufschlägen, weißer Weste und Beinkleidern von gleicher Farbe, „feinen" weißen Strümpfen, Schuhen mit Bandschleifen und Schnallen, gefältelten Manschetten und Chemisetten, einem silberbetreßten Hut und „für gewöhnlich" aus einem blauen Rocke mit rothen Aufschlägen, schwarzledernen Beinkleidern, grauen Strümpfen und einem „ordinären" Hut. Die Bewaffnung bildeten ein Degen und ein leichtes Bajonettgewehr.

Mit dem Amtsantritte des Grafen Harsch (1760) begann eine Reihe bedeutender, theilweise freilich von Anderen angeregter Reformen. Die erste Neuerung war die Vereinigung der deutschen, ungarischen und italienischen Brigade in ein einziges Korps, wogegen die niederländische Brigade ein selbständiges, nur dem Generaldirektor unterstehendes Ingenieurkorps bildete, sowie auch die niederländische Ingenieurschule wie früher nur dem Generalgouverneur unterstand. So sehr auch dieser, das Ingenieurwesen in den Niederlanden der Armee nur noch mehr entfremdende Dualismus zu bedauern war, so mochte man sich doch in der Armee über die erzielte Einigung des eigentlichen österreichischen Ingenieurkorps beglückwünschen.

Auf Andringen des bekannten Generals Gribeauval wurde in demselben Jahre ein ganz nach dessen Vorschlägen organisirtes Sappeurkorps in der Stärke von 3 Kompagnien errichtet. Bisher war der Sappeurdienst, so gut es eben ging, von freiwillig sich meldenden und für geeignet gehaltenen Soldaten ausgeführt worden. Die Mannschaft für das neue Korps wurde der Infanterie entnommen, und sollten kräftige, das „Grenadiermaß" (5' 5", später 5' 6", d. h. 1,71 bezw. 1,74 m) besitzende, doch nicht viel überschreitende Leute gewählt werden. Bei der Auswahl sollte man auf Leute, welche eines passenden Handwerkes

kundig waren, wie auch darauf achten, daß wenigstens jeder vierte Mann lesen und schreiben könne.

Der erste Kommandant des Korps war „Obristwachtmeister" Baron Bechardt, welcher als ein tüchtiger Ingenieur gerühmt wurde und 1788 als Feldmarschall vor Belgrad fiel.*)

Das Korps wurde zuerst in Schlesien verwendet, kam nach dem siebenjährigen Kriege zuerst nach Pest und nach vielfachem Wechsel der Garnisonen nach Wien und Theresienstadt.

Der Stand einer Kompagnie wurde mit 1 Hauptmann, 1 Oberlieutenant, 1 Lieutenant, 3 Sappeurmeistern (im Range der Minenmeister), 6 Brigadieren, 12 Obersappeuren (Korporalen), 36 Untersappeuren, 24 Gemeinen, 1 Tambour und 1 Fourierschütz normirt, jedoch wiederholt abgeändert. Die Brigadiere, Untersappeure und Gemeinen erhielten später die Benennungen Sappführer, Alt- und Jungsappeure. Die Gebühren waren jenen des Ingenieur- und Mineurkorps ziemlich gleich, auch sollten die Offiziere mit jenen des Ingenieurkorps gleichen Rang haben und mit denselben in einer Tour avanciren, was aber nicht lange in Geltung blieb.

Die Adjustirung war jener der Pioniere (die theilweise zum Sappeurdienste verwendet, in den bisherigen Kriegen wiederholt errichtet, aber immer wieder aufgelöst worden waren) ähnlich und bestand aus hechtgrauen Röcken, Westen und Mänteln, ledernen Beinkleidern, wollenen Strümpfen oder Gamasche[illegible], Schuhen, weißem Riemenzeug und Hüten. Die Offiziere trugen die gleichfarbige Uniform von feinem Tuche mit goldgestickten Knopflöchern und karmoisinrothe Westen. Letztere wurden auch den Sappeurmeistern bewilligt. Zur Bewaffnung gehörte ein leichtes Gewehr mit langem Bajonett und ein schwach gekrümmtes Faschinenmesser. Das nöthige Schanzzeug wurde theils von der Mannschaft getragen, theils auf Wagen nachgeführt.

In demselben Jahre wurde die Stelle der Kadetten (für das österreichische Ingenieurkorps 9, für das niederländische 1) systemisirt,

*) Es erscheint später noch ein anderer General Bechardt und auch ein Major dieses Namens. Ueberhaupt finden sich manche Namen in der Geschichte des österreichischen Ingenieurkorps wiederholt vor, so z. B. die Bauer, Harsch, Ebner u. a. Es gab eigene Ingenieurfamilien, was manches Gute, aber auch manche Nachtheile mit sich brachte.

nd die Zöglinge der Ingenieurschule sollten als solche aus-
emustert werden.

Im Jahre 1761 wurde für die Ingenieuroffiziere eine eigene,
e von den Offizieren anderer Truppen besser unterscheidende Ad-
ustirung eingeführt, und nur die Generale des Korps behielten
re bisherige Uniform, was auch in der Folge beobachtet wurde.

Nach dieser Vorschrift hatten die Offiziere dunkelhechtgraue
nge Röcke mit Aufschlägen von kirschrothem Sammet mit ver-
oldeten Knöpfen, gleichfarbige Westen mit goldgestickten Knopf-
öchern, in Gala kirschrothe (in späterer Zeit kommt die Be-
eichnung „karmoisinroth" vor), für den gewöhnlichen Dienst
echtgraue Kniehosen, weiße Strümpfe, Schuhe mit vergoldeten
chnallen, gefältelte Manschetten und Jabots, endlich einen auf
rei Seiten aufgekrempten Hut mit einer Goldtresse zu tragen.
in Degen mit goldenem Portepee an einer weißen Hängekoppel
ervollständigte den ziemlich stutzerhaften Anzug. Die Stabs-
ffiziere trugen zur Unterscheidung die Röcke mit Sammet ge-
ittert und, da die golddurchwirkten Feldbinden bereits 1758 ab-
eschafft worden waren, seidene, die anderen Offiziere aber Schärpen
der Feldbinden aus Kameelhaar oder Wolle. Auch scheinen die
tabsoffiziere schon zu dieser Zeit goldene Tressen an den Aermel-
ufschlägen getragen zu haben.

Die Mineure wurden 1763 um zwei Kompagnien vermehrt
nd in eine Mineur-Brigade umgestaltet, welche noch immer
er Artillerie angehörte. Der Stand der einzelnen Kompagnien
lieb der früher angegebene, während der Stab aus 2 Stabs-
ffizieren, 1 Adjutanten und 4 Chirurgen (sämmtlich im Unter-
ffiziersrang) und 1 Korpstambour (Unteroffizier) bestand.

Die Adjustirung war jener der Sappeure ähnlich, nämlich
in hechtgrauer langer Rock mit kirschrothen Aufschlägen und gelben
Knöpfen, hechtgraue Weste, dunkelgrauer Mantel, enge weiße
Beinkleider, schwarze Gamaschen, Schuhe und ein dreieckiger Hut,
n dessen Stelle bald ein ledernes, vorn mit einem Messingschild
ersehenes Kasket trat. Das Riemenzeug war weiß. Der Tor-
nister wurde an einem breiten Riemen hängend getragen. Die
Offiziere hatten Aufschläge und Kragen von Sammet, wogegen —
ur Unterscheidung von den Ingenieuren — die Umschläge der
Schöße aus Tuch zu bestehen hatten. Es war gewiß eine eigen-
thümliche und die Zwitterverhältnisse des Ingenieurwesens

genügend bezeichnende Erscheinung, daß eine Truppe, welche durch ihre Bestimmung unbedingt dem Ingenieurkorps angehörte, der Artillerie unterstellt war, gleichwohl nicht wie diese, sondern wie die Ingenieure und Sappeure gekleidet war!

Der Stand des Ingenieurkorps betrug zu dieser Zeit 160 Offiziere und Kadetten. Letztere wurden fortan in „Fahnenkadetten" und „ordinäre Kadetten" gesondert.

Die Pontoniere, deren Stand bisher im Frieden immer nur auf die eine „Hauskompagnie" beschränkt und nur im Kriegsfalle nach Bedarf vermehrt worden war, wurden 1767 auf die Stärke eines Bataillons von anfänglich vier und später sechs Kompagnien gebracht. (In und nach den folgenden Kriegen wurden wiederholt eine oder zwei Kompagnien aufgelöst und dann wieder errichtet. Auch der Stand der Kompagnien blieb nicht der gleiche.) Der Stab dieses Pontonier-Bataillons (welches wiederholt auch Pontonierkorps genannt wurde), bestand aus 1 Stabsoffizier (dem fallweise ein zweiter beigegeben wurde), 1 Adjutanten, 2 bis 3 Chirurgen und dem Verwaltungspersonal. Dasselbe besorgte die Depots und Werften, und zählten dazu nebst mehreren Rechnungsbeamten die im Lieutenants- und Oberlieutenantsrang stehenden „Brückenmeister" und „Oberbrückenmeister" nebst mehreren Zimmer- und Schmiedemeistern und Obermeistern. Die Brückenmeister hatten ihre eigene Rangstour und mußten, wenn sie eine Hauptmannsstelle anstrebten, durch eine bestimmte Zeit ihre Fertigkeit im eigentlichen Pontonierdienste und der Führung einer Kompagnie darthun. Doch stand ihnen auch eine Anstellung durch das Obristschiffamt bei den Anstalten desselben in Aussicht.

Der Stand einer Kompagnie war 1 Hauptmann, 3 bis 4 Offiziere, 1 bis 2 Feldwebel, 1 Fourier (der zeitweilig zum Stabe gerechnet wurde, 12 Korporale, ebenso viele Gefreite, 2 Tamboure und 100 bis 160 Gemeine. Den detachirten Kompagnien pflegten Unter- oder Oberbrückenmeister und Verwaltungsbeamte zugetheilt zu werden. Der Stab befand sich gewöhnlich in Wien oder Klosterneuburg, und wurden die in Prag und Pest stationirten Kompagnien nach einigen Jahren durch andere abgelöst.

Eine eigene Pontonierschule bestand nicht. Der Offiziersnachwuchs bestand theils aus Zöglingen der Wiener-Neustädter allgemeinen Militärakademie und der Ingenieurschule, theils aus

jungen Leuten, welche eine Art nautischen Kurs (welcher von dem Obristschiffamt errichtet worden war, aber bald wieder einging) absolvirt hatten. Die weitere theoretische und praktische Ausbildung erhielten diese Aspiranten, indem sie die einschlägigen Vorträge an Civil-Lehranstalten hörten und zu allen Uebungen im Bataillon mit größter Strenge herangezogen wurden.

Die Mannschaft war unter den kräftigsten, doch nicht übergroßen Leuten, die des Schiffer-, Zimmermanns- oder sonstigen passenden Handwerks kundig waren, auszuwählen. Der theoretische, übrigens sehr kurz gefaßte Unterricht wurde in den Kompagnien während des Winters ertheilt. Es existirten nur geschriebene „Unterweisungen". Desto eifriger wurde in der übrigen Jahreszeit der praktische Unterricht betrieben, und auch im Winter wurden wenn das Eis es erlaubte, Ruder- und selbst Brückenschlagübungen vorgenommen oder wenigstens in der Kaserne an der Herstellung von Modellen u. dgl. gearbeitet. Es war ein handwerkmäßiger, aber sehr tüchtiger Unterricht. Auch das rein militärische Exerzitium wurde mit Eifer betrieben, und die Pontonniere standen an strammer Haltung und Präzision bei Ausführung der Kommandoworte der bestgeübten Infanterietruppe nicht nach. Besonderes Gewicht wurde auf das Erlernen des Schwimmens gelegt, und haben die ersten „Schwimmschulen", welche in Oesterreich errichtet wurden, ihre Entstehung den Pontonieren zu verdanken. Die Letzteren traten bei Ueberschwemmungen, Eisgängen und anderen Gefahren wiederholt in angestrengte Thätigkeit, und auch die meisten Schiffbrücken auf der Donau, obgleich dieselben dem allgemeinen Verkehr dienten, standen unter der Leitung des Obristschiffamtes, welches zur Aufsicht und Erhaltung die Entsendung und Aufstellung kleiner Pontonierabtheilungen veranlaßte.

Der Schutzpatron der Pontoniere war seit deren Errichtung der heilige Johann von Nepomuk, wogegen die Mineure, als der Artillerie angehörend, die Patronin der Letzteren, die heilige Barbara, erwählten. Die Festtage beider Patrone wurden mit großer Feierlichkeit begangen. In dem „Fahneneide", welcher nur bei der Assentirung vor einer von der Infanterie beigestellten Fahne, sonst aber ohne selbige (keines der gedachten Korps besaß eine Fahne) und bis zum Beginn dieses Jahrhunderts namentlich bei der Musterung vor einer aus Waffen, Werkzeugen u. dgl. zusammengestellten Trophäe (sowie bei der Artillerie vor der

Mündung eines abgeprotzten Geschützes) geleistet wurde, war ein besonderer, auf den Dienst der Pontoniere Bezug nehmender Passus eingeschaltet.

Die Adjustirung der Pontoniere bestand wie bisher aus lichtblauen Röcken mit hellrothen Aufschlägen und Kragen mit weißen Knöpfen, blauen Westen, grauen Mänteln, weißen engen Hosen, schwarzen Ueberstrümpfen oder Gamaschen und Schuhen. An die Stelle des Hutes war ein Kasket getreten. Die Offiziere trugen rothe Westen und Feldbinden, welche auch den Brückenmeistern bewilligt wurden.

Die Bewaffnung bildeten ein Bajonettgewehr und ein Säbel, wie er bei den Sappeuren eingeführt war. Das dritte Glied (die dreigliedrige Stellung war bei den Pontonieren zuerst eingeführt worden) bestand aus Zimmerleuten. Dieselben waren wie die übrige Mannschaft adjustirt und trugen ein vom Halse bis zu den Knieen reichendes Schurzfell aus braunem Leder und eine lederne Tasche mit Werkzeug, Nägeln und Klammern. Sie waren mit dem Säbel bewaffnet und trugen (geschultert) eine schwere Hacke oder ein Breitbeil, dessen Eisen mit einem weiß angestrichenen Lederüberzug bedeckt war. Die Wagen mit den Pontons und den Brückenhölzern wurden durch gedungenen oder requirirten Vorspann, nach der Errichtung des Militär-Fuhrwesens aber von diesem fortgebracht.

Nach Herstellung einer Pontonbrücke hatte der Kommandant der Pontoniere beim Vorgehen sich an die Tete der ersten, beim Rückzuge aber an die Queue der letzten, die Brücke passirenden Truppe zu begeben.

(Schluß folgt.)

XV.

Beitrag zur äußeren Ballistik der Langgeschosse.

Von

Engelhardt,
Oberstlieutenant a. D.

(Hierzu Tafel V.)

Vorbemerkung.

In den folgenden Zeilen habe ich den Versuch gemacht, eine rein mathematische, allgemein gehaltene Behandlung des ballistischen Problems der Langgeschosse zu liefern. Die Ergebnisse der hier geführten Untersuchungen sind im Großen und Ganzen nicht neu und können es beim jetzigen Stande der ballistischen Wissenschaft auch nicht sein. Dennoch dürfte die hier versuchte Darstellung als Einführung in das Studium größerer ballistischer Werke und für denjenigen Leser vielleicht nicht unerwünscht sein, dem daran gelegen ist, den Zusammenhang des vorliegenden Problems mit den mechanischen Grundgesetzen der Bewegung starrer Massengebilde stets aufrecht erhalten zu sehen.

An einzelnen Stellen bin ich zu Ergebnissen gelangt, die meines Wissens noch nicht veröffentlicht waren. Hierher gehört die im § 7 gegebene Untersuchung über die Schwankung — gewissermaßen die Nutation — der Drehachse, ebenso die in den §§ 15 bis 19 gebotene Behandlung für den Fall beliebig großer Abweichungen der Geschoßachse von der Berührenden an die Flugbahn.

Vielleicht erscheint der in den §§ 12 und 13 weiter ausgeführte Grundgedanke auch für die praktische Berechnung nutzbringend.

Die Unvollkommenheit der Annahme, nach welcher der Luftwiderstand, abgesehen von Luftreibung, allein senkrecht zum

Element der Geschoßoberfläche wirken soll, ist mir wohl bekannt. Doch habe ich geglaubt, mich an die obige einfache Annahme noch halten zu sollen, so lange der physikalische Vorgang des Widerstandes luftförmiger Körper noch nicht in mathematisch handlicher Form zur Darstellung zu bringen ist.

Mit Rücksicht auf den mir zur Verfügung stehenden Raum ist es mitunter nöthig geworden, bei der rechnungsmäßigen Entwickelung die Wiedergabe einzelner Zwischenglieder zu übergehen.

§ 1. Allgemeines.

Das Problem der äußeren Ballistik stellt dar einen besonderen Fall der Bewegung eines starren freibeweglichen Massengebildes unter der Einwirkung äußerer Kräfte.

Die Mechanik lehrt, daß zur mathematischen Behandlung heranzuziehen ist:

> das Gesetz der fortschreitenden Bewegung des Schwerpunktes und das Gesetz der Drehbewegung des Massengebildes um seinen Schwerpunkt.

Bezeichnet m die Masse des Geschosses, seien zur Zeit t die Koordinaten des im Geschosse festen, im Raume beweglichen Schwerpunktes, bezogen auf ein festes rechtwinkliges System, bezw. x_s, y_s, z_s, die äußeren Kräfte bezw. X_a, Y_a, Z_a, und werden die Differentialquotienten nach t durch obere Striche (') angedeutet, so ist das Gesetz des Schwerpunktes ausgedrückt durch:

(1a) $$m\, x_s'' = X_a$$

(1b) $$m\, y_s'' = Y_a$$

(1c) $$m\, z_s'' = Z_a.$$

Hier sei x. wagerecht und in der Schußrichtung positiv, y_s lothrecht und nach oben positiv, z_s wagerecht und nach rechts positiv angenommen.

Es seien ferner Ξ, H, Z die drei durch den Schwerpunkt gehenden, im Geschosse festen, im Raume beweglichen — freien — Hauptachsen des Geschosses, A, B, C bezw. die Trägheitsmomente um diese Achsen,

ω_Ξ, ω_H, ω_Z die Winkelgeschwindigkeiten um die Achsen zur Zeit t

M_Ξ, M_H, M_Z die Kraftmomente = = = = = ,

so ist das Gesetz der Drehbewegung dargestellt durch die folgenden (Eulerschen) Gleichungen:

$$(2a) \qquad A\,\omega_\xi' - (B-C)\,\omega_\eta\,\omega_\zeta = M_\xi$$

$$(2b) \qquad B\,\omega_\eta' - (C-A)\,\omega_\zeta\,\omega_\xi = M_\eta$$

$$(2c) \qquad C\,\omega_\zeta' - (A-B)\,\omega_\xi\,\omega_\eta = M_\zeta.$$

Die Langgeschosse gezogener Geschütze sind, von unerheblichen Abweichungen abgesehen, Umdrehungskörper von gleichförmiger Massenvertheilung in Bezug auf die Längen- oder Erzeugungsachse. Diese enthält demnach den Schwerpunkt und ist eine Hauptachse der Trägheit; sie soll die Achse Ξ sein, welche vom Schwerpunkt nach der Geschoßspitze zu positiv rechne. Von den beiden anderen Achsen H und Z, welche die Querachsen heißen mögen, sei beim Beginn der Bewegung H nach oben, Z nach rechts gerichtet.

Man erkennt ohne Weiteres, daß $C = B$ ist.

Die äußeren Kräfte, die auf das Geschoß einwirken, sind nun, unter Vernachlässigung unbedeutenderer, die nach Größe und Richtung konstant angenommene Schwere $= mg$, $(g = 9{,}81^m)$, der $-y$-Achse parallel, im Schwerpunkte angreifend, und der Luftwiderstand. Für diesen sei hier, wie gewöhnlich, angenommen, daß das Element desselben d^2W proportional sei sowohl dem Flächenelement d^2F der Geschoßoberfläche, als auch einer vorläufig noch unbestimmt gelassenen Funktion f des Beitrags der Gesammtgeschwindigkeit $\dot{v}$ von d^2F in der Richtung der Oberflächennormale ρ. Demnach ist in dieser letzteren Richtung:

$$(3) \qquad d^2W = f(v \cos [v, \varrho]) \cdot d^2F.$$

(Von Luftreibung, welche noch einen Kraftbeitrag parallel dem Oberflächenelement liefern würde und welche bei gezogenen Geschossen unbedeutend sein wird, ist abgesehen.)

Da jedes Widerstandselement bei dieser Annahme durch die Ξ-Achse geht, ist also $M_\xi = 0$, und $(B = C)$:

$$A\omega_\xi' = 0, \text{ mithin } (4)\ \omega_\xi = \omega_{\xi_0} = \omega_0,$$

die konstante Anfangswinkelgeschwindigkeit des Geschosses um seine

Längenachse, und bei dem üblichen Rechtsdrall von der + H$_x$ zur + Z$_x$-Achse gehend, und positiv gerechnet.*)

§ 2. Die Mittelkräfte des Luftwiderstandes in Bezug auf das System des Kraftantriebes.

Die Geschwindigkeit v des allgemeinen Flächenelements d^2F setzt sich zusammen aus der allen Elementen gemeinsamen Geschwindigkeit v_s des Schwerpunktes und den aus der Drehung um die augenblickliche, durch den Schwerpunkt gehende Achse hervorgehenden Beiträgen. Die letzteren können aber vollständig vernachlässigt werden. Denn diejenigen Theilbeiträge, welche aus der Drehung um Ξ hervorgehen, stehen zur Richtung von ρ senkrecht, liefern also zur Größe $v \cos(v, \rho)$ keinen Zuwachs, andererseits bleiben die Winkelgeschwindigkeiten ω_η und ω_ζ an sich sehr klein, um so mehr die infolge der Letzteren auftretenden Liniengeschwindigkeiten an der Geschoßoberfläche. Demnach ist an Stelle von § 1 (3) zu setzen:

$$(1) \qquad d^2W = f(v_s \cos [v_s, \varrho])\, d^2F.$$

Bei der ferneren Behandlung erscheint nun die Einführung eines neuen Systems zweckmäßig (siehe Fig. 1).

Bilde zur Zeit t v_s mit Ξ den Winkel δ, so führe man ein ein im Raume und im Geschoß bewegliches System Ξ, H_Ξ, Z_Ξ derartig, daß der Anfangspunkt und die Richtungen Ξ beiden Systemen gemeinsam seien, und daß die Achse H_Ξ in der Ebene von v_s und Ξ liege: δ sei dann in der Drehrichtung von v_s zu Ξ, also für die neue Z_Ξ positiv (d. h. umgekehrt im Sinne des Uhrzeigers gerechnet).

Die Geschoßoberfläche sei entstanden gedacht durch Drehung einer auf rechtwinklige Koordinaten ξ, η bezogene ebene Kurve, um die Längenachse Ξ, ε sei der Winkel, welchen der durch d^2F gelegte Hauptachsenschnitt mit der Ebene ΞH_Ξ bildet, ferner $d\sigma$ das Bogenelement der Erzeugungskurve, so hat man für die Koordinaten von d^2F nach den neuen Achsen:

*) Bei Mitberücksichtigung der Luftreibung würde bei Langgeschossen das Moment M_ζ von Null verschieden und ω_ζ in gewissem, aber unbedeutendem Maße veränderlich sein.

(2a) $\xi = \xi$ (2b) $\eta_1 = \eta \cos \varepsilon$ (2c) $\zeta_1 = \eta \sin \varepsilon$, und

$$(3) \qquad d\sigma = \sqrt{1 + \left(\frac{d\eta}{d\xi}\right)^2}\, d\xi$$

$$(4a) \quad \cos(\varrho, \xi) = -\frac{d\eta}{d\sigma}, \qquad (4b) \quad \cos(\varrho, \eta_1) = \frac{d\xi}{d\sigma} \cos \varepsilon,$$

$$(4c) \quad \cos(\varrho, \zeta_1) = \frac{d\xi}{d\sigma} \sin \varepsilon$$

also

$$(5) \qquad \cos(v_s, \varrho) = -\cos \vartheta \frac{d\eta}{d\sigma} - \sin \vartheta \frac{d\xi}{d\sigma} \cos \varepsilon.$$

(Selbstverständlich ist η als Funktion von ξ verschieden zu bestimmen, je nachdem es sich um den Geschoßmantel (wo η konstant ist) oder um die Geschoßspitze und deren Theile handelt).

Das Flächenelement d^2F ist ferner als Rechteck von den Seiten $d\sigma$ und $\eta\, d\varepsilon$ zu betrachten; mithin:

$$(6) \qquad d^2F = \eta\, d\sigma\, d\varepsilon.$$

Nun findet man für die Elementarbeiträge des Luftwiderstandes nach Ξ, H_1, Z_1 wenn für $f(v_s, \cos[v_s, \rho])$ einfach f geschrieben wird, da die Beiträge in negativem Sinne wirken:

$$(7a) \qquad d^2W_\xi = f \cdot \frac{d\eta}{d\sigma} \eta\, d\sigma\, d\varepsilon$$

$$(7b) \qquad d^2W_{\eta_1} = -f \cdot \frac{d\xi}{d\sigma} \cos \varepsilon\, \eta\, d\sigma\, d\varepsilon$$

$$(7c) \qquad d^2W_{\zeta_1} = -f \frac{d\xi}{d\sigma} \sin \varepsilon\, \eta\, d\sigma\, d\varepsilon$$

und durch Integrirung innerhalb der betreffenden Grenzen:

$$(8a) \qquad W_\xi = \int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta \frac{d\eta}{d\xi}\, d\xi \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} f\, d\varepsilon$$

$$(8b) \qquad W_{\eta_1} = -\int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta\, d\xi \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} f \cos \varepsilon\, d\varepsilon$$

$$(8c) \qquad W_{\zeta_1} = -\int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta\, d\xi \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} f \sin \varepsilon\, d\varepsilon.$$

Es ist festzuhalten, daß ε nur von der Form der Oberfläche abhängt und die von t unabhängige Veränderliche ξ besitzt, daß (die nur in f vorkommenden Größen) v_n und δ nur als Funktionen von t, ε dagegen und mithin auch f als Funktionen von ξ und t zu behandeln sind. Was zunächst die Grenzen ε_1 und ε_2 betrifft, so sind dieselben offenbar nach der Bedingung zu bestimmen, daß der Winkel $(v_n, \rho) \leq \frac{\pi}{2}$ sein muß. So lange $(v_n, \rho) < \frac{\pi}{2}$ ist, sind die Grenzen für $\varepsilon_1 : 0$, für $\varepsilon_2 : 2\pi$; wird $(v_n, \rho) = \frac{\pi}{2}$, d. h. nach (5) $\varepsilon = \arccos\left(\frac{-\frac{d\eta}{d\xi}}{\operatorname{tg}\delta}\right)$ so werden die Grenzen sein für ε_1 : $\arccos\left(\frac{-\frac{d\eta}{d\xi}}{\operatorname{tg}\delta}\right)$

für ε_2 : $2\pi - \arccos\left(\frac{-\frac{d\eta}{d\xi}}{\operatorname{tg}\delta}\right)$, wo der arc cos eindeutig zwischen 0 und $\frac{\pi}{2}$ zu nehmen ist. Für Oberflächenpunkte, für welche $(v_n, \rho) > \frac{\pi}{2}$, kann der Luftwiderstand nicht mehr auftreten. Was die Grenzen ξ_1 und ξ_2 anlangt, so sind sie entweder reine Konstanten, oder nach der Bedingung: $-\frac{d\eta}{d\xi} = \operatorname{tg}\delta$ zu bestimmen. $\left(\frac{d\eta}{d\xi}\right.$ ist 0 für den walzenförmigen Theil, negativ für die Spitze.) Man ersieht hieraus, daß unter Umständen jedes Integral in zwei zu zerlegen ist, daß aber die Hauptbeiträge für den Luftwiderstand aus denjenigen Integralen sich ergeben werden, für welche die Grenzen von ε, 0 und 2π sind, und daß die anderen Integrale mit den veränderlichen Grenzen von ε einen um so geringeren Werth liefern, je kleiner δ ist.

Da ferner ε in f nur als $\cos\varepsilon$ vorkommt, folgt

$f(\varepsilon) = f(2\pi - \varepsilon)$, und da $\sin\varepsilon = -\sin(2\pi - \varepsilon)$

ist, so ergiebt sich für jede Art von Grenzen:

$$\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} f \sin\varepsilon \, d\varepsilon = 0,$$

also nach (8c):

(9) $W_{\zeta_1} = 0$, d. h. die Widerstandsbeiträge heben sich für die Z_1-Achse auf und der Gesammtwiderstand

(10) $W = \sqrt{W_\xi^2 + W_{\eta_1}^2}$ (zeichenlos verstanden)

liegt in der Ebene ΞH_1. Diese soll die Ebene des Kraftantriebes heißen, das System $\Xi H_1 Z_1$ dasjenige des Kraftantriebes.

Man erkennt, daß W_ξ stets in negativer Richtung auftritt und um so mehr von δ unabhängig ist, je kleiner dieses ist, daß W_{η_1} bei positivem δ stets positiv, und, wenn letzteres nur klein, nahezu dem zeichenlosen W_ξ und $\sin\delta$ (oder δ) proportional, dem Werthe nach sehr klein im Vergleiche zu W_ξ ist. Dann wird auch W fast unabhängig von δ und nahezu eine reine Funktion von v_a sein.

Verlegt man die Kräfte in den Anfangspunkt (Schwerpunkt) und bilde W mit Ξ den $\measuredangle\gamma$ (welcher ebenso zu rechnen ist als δ), so ist auch (s. Fig. 2)

(11a) $W_\xi = -W\cos\gamma$

(11b) $W_{\eta_1} = W\sin\gamma$,

wo sich bei kleinem $\delta\,\gamma > \delta$ ergiebt. Setzt man dementsprechend:

(12) $\gamma = (1+k)\,\delta$, so ist bei kleinem $\delta\,k > 0$, und k wird bei kleinem δ nahezu eine Konstante.

Man kann endlich noch W nach der Richtung von v_a, d. i. nach der Richtung der Flugbahnberührenden, und nach einer zu dieser senkrechten Richtung zerlegen und findet dann, da $\gamma - \delta = k\delta$ ist:

in der Richtung von v_a:

(13a) $W\cos(k\delta)$,

senkrecht zu v_a (in der Ebene ΞH_1):

(13b) $W\sin(k\delta)$.

§ 3. Ansatzgleichungen der Bewegung des Geschoßschwerpunktes.

Legt man durch v_a und die Y-Achse des festen Systems eine lothrechte Ebene, so bilde v_a mit der Ebene ZX den $\measuredangle\vartheta$, die

Ebene $v_s Y$ mit der YZ den Flächenwinkel λ, und es ist, v_{sx}, v_{sy}, v_{sz} die Beiträge von v_s nach den festen Achse (s. Fig. 3):

$$(1a) \qquad \frac{v_{sx}}{v_s} = \cos\vartheta \sin\lambda$$

$$(1b) \qquad \frac{v_{sy}}{v_s} = \sin\vartheta$$

$$(1c) \qquad \frac{v_{sx}}{v_s} = \cos\vartheta \cos\lambda;$$

der in die Richtung von v_s fallende Beitrag (W cos k§ 2 [13a]) ergiebt:

(2a) für die X-Achse: $-$ W cos kδ cos ϑ sin λ

(2b) " " Y " $-$ W cos kδ sin ϑ

(2c) " " Z " $-$ W cos kδ cos ϑ cos λ.

Der in ΣH_1 auftretende Beitrag, welcher nach § 2 W sin kδ beträgt, ist nun zunächst in zwei andere Theile in der Ebene $v_s Y$, und den anderen senkrecht zu derselben legen. Bilde nun noch ΣH_1 mit der Ebene $v_s Y$ den $\angle \nu$ der Beitrag von W sin kδ:

in der Ebene $v_s Y$, senkrecht zu v_s:

(3a) W sin kδ cos ν

senkrecht zur Ebene $v_s Y$:

(3b) W sin kδ sin ν.

Zerlegt man endlich die Kräfte (3a) und (3b) nach den Achsen, so liefert (s. Fig. 4) W sin kδ cos ν:

(4a) nach der X-Achse: $-$ W sin kδ cos ν sin ϑ sin λ

(4b) " " Y " $+$ W sin kδ cos ν cos ϑ

(4c) " " Z " $-$ W sin kδ cos ν sin ϑ cos λ

und (s. Fig. 5): W sin kδ sin ν:

(5a) nach der X-Achse: $-$ W sin kδ sin ν cos λ

(5b) " " Y " : 0

(5c) " " Z " : $+$ W sin kδ sin ν sin λ.

Setzt man nun die Theilbeträge von (2), (4) und (sammen und fügt in der Richtung der Y noch die S

$= -mg$ hinzu, so entstehen nach § 1 (1) die Ansatzgleichungen der Bewegung des Schwerpunktes, wenn überall durch m dividirt wird:

$$(6a)\quad x_s'' = -\frac{W}{m}\left[\cos k\delta \cos\vartheta \sin\lambda + \sin k\delta\,(\cos\nu \sin\vartheta \sin\lambda + \sin\nu \cos\lambda)\right]$$

$$(6b)\quad y_s'' = -g - \frac{W}{m}\left[\cos k\delta \sin\vartheta - \sin k\delta \cos\nu \cos\vartheta\right]$$

$$(6c)\quad z_s'' = -\frac{W}{m}\left[\cos k\delta \cos\vartheta \cos\lambda + \sin k\delta\,(\cos\nu \sin\vartheta \cos\lambda - \sin\nu \sin\lambda)\right]$$

Werden die Winkel δ nur klein vorausgesetzt, d. h. fällt die Geschoßlängenachse nahezu mit der Flugbahnberührenden zusammen, so wird $\cos k\delta$ nahe $= 1$, $\sin k\delta$ nahe $= 0$; und da in diesem Falle λ offenbar sehr nahe an $\frac{\pi}{2}$ bleiben wird, so darf in (6a) und (6b) $\sin\lambda = 1$, $\cos\lambda = 0$ gesetzt werden. W erscheint dann als reine Funktion von v_s, und man erhält mit Berücksichtigung von (1) die einfacheren Ansatzgleichungen des gewöhnlichen ballistischen Problems, wenn die Zeiger $_s$ beim Schreiben fortgelassen werden:

$$(7a)\quad x'' = -\frac{W}{m}\frac{v_x}{v}$$

$$(7b)\quad y'' = -g - \frac{W}{m}\frac{v_y}{v}$$

Nach diesen Gleichungen ist nun die Gestalt der Flugbahn in ihrem Aufriß auf die lothrechte Schußebene zu bestimmen. Für die Bewegung nach der Seite, die Seitenabweichung, ist aber die Berücksichtigung der Größen δ, λ und ν unerläßlich.

§ 4. Das Kraftmoment des Luftwiderstandes in Bezug auf das System des Kraftantriebes.

Erinnert man sich, daß, wenn X, Y, Z die Seitenkräfte der an einem Punkte x, y, z angreifenden Gesammtkraft sind, die Kraftmomente für die Achsen dargestellt werden bezw. durch: $yZ - zY$, $zX - xZ$, $xY - yX$, so erhält man bei Anwendung dieses Gesetzes auf das System des Kraftantriebes Σ H, Z, für die Elementarmomente des Luftwiderstandes (vergl. § 2 (2) und (7)):

(1a) $d^2M_\xi = 0$

(1b) $d^2M_{\eta_1} = f\eta\left(\xi\frac{d\xi}{d\sigma}+\eta\frac{d\eta}{d\sigma}\right)\sin\varepsilon\,d\sigma\,d\varepsilon$

(1c) $d^2M_{\zeta_1} = -f\eta\left(\xi\frac{d\xi}{d\sigma}+\eta\frac{d\eta}{d\sigma}\right)\cos\varepsilon\,d\sigma\,d\varepsilon$

und durch Integrirung nach ε und ξ mit den entsp Grenzen:

(2a) $M_\xi = 0$

(2b) $M_{\eta_1} = \int_{\xi_1}^{\xi_2}\eta\left(\xi+\eta\frac{d\eta}{d\xi}\right)d\xi\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} f\sin\varepsilon\,d\varepsilon$

(2c) $M_{\zeta_1} = -\int_{\xi_1}^{\xi_2}\eta\left(\xi+\eta\frac{d\eta}{d\xi}\right)d\xi\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} f\cos\varepsilon\,d\varepsilon$

wo für die Veränderlichen und Grenzen daſſelbe gilt, v dieſe im § 2 erläutert wurde. Da hier wieder für jede Grenzen $\int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} f\sin\varepsilon\,d\varepsilon = 0$ iſt, ſo findet man auch

(3) $M_{\eta_1} = 0,$

und das Geſammtmoment des Luftwiderſtandes i

(4) $M = M_{\zeta_1}$

und hat Z_1 als Drehachſe.

M_{ζ_1} wird ſich für ein poſitives δ ſelbſt poſitiv ergeb

Führt man ein:

(5) $M_{\zeta_1} = \xi_1 W_{\eta_1} = \xi_1 W\sin\gamma = \xi_1 W\sin(1+k)\,\delta$

(nach § 2 (11b) und (12)), ſo bedeutet ξ_1 den Abſtand griffspunktes des Luftwiderſtandes vom Geſchoßſchwerpu vorwärts in der Längenachſe Ξ gemeſſen und ξ_1 iſt bei δ ebenfalls poſitiv. Demnach liegt der Angriffspunkt d widerſtandes vor dem Schwerpunkte nach der Spitze zu. bei kleinem δ einen nahezu unveränderlichen W

§ 5. Umwandlung der Eulerschen Gleichungen für das System des Kraftantriebes.

Aus den Gleichungen § 1 (2b) und (2c) folgt unter Berücksichtigung, daß $C = B$ und $\omega_\xi = \omega_0$ (§ 1 (4)):

$$\omega_\eta' - \left(1 - \frac{A}{B}\right) \omega_0 \, \omega_\zeta = \frac{M_\eta}{B} \tag{1a}$$

$$\omega_\zeta' + \left(1 - \frac{A}{B}\right) \omega_0 \, \omega_\eta = \frac{M_\zeta}{B}. \tag{1b}$$

Nennt man (s. Fig. 6) ψ den Winkel, welchen die Achse H des Trägheitssystems mit der H_1 des Systems des Kraftantriebes zur Zeit t bildet, und seien ω_{η_1} und ω_{ζ_1} die Winkelgeschwindigkeiten um H_1 bezw. Z_1, so werden die Letzteren nach H und Z zerlegt gleich ω_η bezw. ω_ζ sein müssen, da die Achsen Ξ beider Systeme zusammenfallen. Man erhält demnach:

$$\omega_\eta = \omega_{\eta_1} \cos \psi + \omega_{\zeta_1} \sin \psi \tag{2a}$$

$$\omega_\zeta = - \omega_{\eta_1} \sin \psi + \omega_{\zeta_1} \cos \psi, \tag{2b}$$

und für die Kraftmomente:

$$M_\eta = M_{\zeta_1} \sin \psi \tag{3a}$$

$$M_\zeta = M_{\zeta_1} \cos \psi, \tag{3b}$$

weil nach § 4 (3) $M_{\eta_1} = 0$ ist.

Setzt man (2) und (3) in (1) ein und führt die angedeuteten Differenzirungen nach t aus, so entsteht bei entsprechender Zusammenfassung:

$$\left[\omega_{\eta_1}' + \left(\frac{A}{B}\omega_0 - \omega_0 + \psi'\right)\omega_{\zeta_1}\right] \cos \psi +$$
$$\left[\omega_{\zeta_1}' - \left(\frac{A}{B}\omega_0 - \omega_0 + \psi'\right) \omega_{\eta_1} - \frac{M_{\zeta_1}}{B}\right] \sin \psi = 0$$

$$- \left[\omega_{\eta_1}' + \left(\frac{A}{B}\omega_0 - \omega_0 + \psi'\right)\omega_{\zeta_1}\right] \sin \psi +$$
$$\left[\omega_{\zeta_1}' - \left(\frac{A}{B}\omega_0 - \omega_0 + \psi'\right) \omega_{\eta_1} - \frac{M_{\zeta_1}}{B}\right] \cos \psi = 0.$$

[illegible] man zur Abkürzung setzt:

$$\text{(4a)} \qquad \frac{A}{B}\,\omega_{\zeta_1} - \omega_{\eta_1} + \psi' = \alpha$$

$$\text{(4b)} \qquad \frac{M_{\zeta_1}}{B} = \mu$$

$$\text{(5a)} \qquad \omega_{\eta_1}' + \alpha\,\omega_{\zeta_1} = 0$$

$$\text{(5b)} \qquad \omega_{\zeta_1}' - \alpha\,\omega_{\eta_1} = \mu$$

§ 6. Integrirung der umgewandelten Eulerschen Gleichungen.

Berücksichtigt man, daß α und μ Funktionen von t sind, wenn auch noch in unentwickelter Form, so ist eine formale Integrirung der Gleichungen (5) des § 5 in geschlossener Form ausführbar.

Multiplizirt man (5a) mit der vorläufig unbestimmten konstanten Zahl β, addirt dann (5b), so entsteht:

$$(\omega_{\zeta_1} + \beta\,\omega_{\eta_1})' + \alpha\,(\beta\,\omega_{\zeta_1} - \omega_{\eta_1}) = \mu$$

oder auch:

$$(\omega_{\zeta_1} + \beta\,\omega_{\eta_1})' + \alpha\,\beta\,\left(\omega_{\zeta_1} - \frac{1}{\beta}\,\omega_{\eta_1}\right) = \mu.$$

Bestimmt man jetzt

$$\beta = -\frac{1}{\beta}, \text{ worin } \beta = +\sqrt{-1} = +\mathrm{i}$$

genügt, so ist nun:

$$(\omega_{\zeta_1} + \mathrm{i}\,\omega_{\eta_1})' + \mathrm{i}\,\alpha\,(\omega_{\zeta_1} + \mathrm{i}\,\omega_{\eta_1}) = \mu.$$

Führt man ein:

$$\text{(1)} \qquad \omega_{\zeta_1} + \mathrm{i}\,\omega_{\eta_1} = \mathrm{u}\,\mathrm{w},$$

wo u und w zwei demnächst zu bestimmende — gemischt imaginäre — Funktionen von t seien, so ergiebt sich:

$$\mathrm{u}\mathrm{w}' + \mathrm{w}\mathrm{u}' + \mathrm{i}\,\alpha\,\mathrm{u}\mathrm{w} = \mu \text{ und}$$

$$\text{(2)} \qquad \mathrm{u}\mathrm{w}\left(\frac{\mathrm{u}'}{\mathrm{u}} + \mathrm{i}\,\alpha\right) + \mathrm{u}\mathrm{w}' = \mu.$$

Nimmt man für u die Bedingung an:

$$\text{(3)} \qquad \frac{\mathrm{u}'}{\mathrm{u}} + \mathrm{i}\,\alpha = 0,$$

so ergiebt die Integrirung

$$l(u) + i \int \alpha \, dt = C,$$

wo C reell sein soll, oder auch bei Verwandlung der Konstanten C in $C_{,}$:

$$(4) \quad u = C_{,} \, e^{-\int \alpha \, dt} = C_{,} \left[\cos \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) - i \sin \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) \right].$$

Also wird aus (2) nach (3) und (4):

$$w' = \frac{\mu}{u} = \frac{\mu}{C_{,}} \left[\cos \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) + i \sin \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) \right]$$

und integrirt:

$$w = \frac{1}{C_{,}} \left[\int_0^t \mu \cos \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) dt + i \int_0^t \mu \sin \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) dt + C_{,,} \right]$$

wo $C_{,,}$ gemischt imaginär sein kann. Man erhält nach (1) und (4)

$$(5) \quad uw = \omega_{\zeta_{,}} + i \, \omega_{\eta_{,}} = \left[\cos \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) - i \sin \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) \right]$$

$$\left[\int \mu \cos \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) dt + i \int \mu \sin \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) dt + C_{,,} \right]$$

Für den Anfang der Bewegung sind aber die Winkelschwindigkeiten für die Querachsen des Trägheitssystems jede = o, d. h. $\omega_{\eta} = o$, $\omega_{\zeta} = o$, mithin auch $C_{,,} = o$.

Die (5) giebt nun leicht, da $i^2 = -1$, bei Trennung der reellen von den imaginären Gliedern:

$$(6a) \quad \omega_{\eta_{,}} = \cos \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) \int_0^t \mu \sin \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) dt - \sin \left(\int_0^t \alpha \, dt \right)$$

$$\int_0^t \mu \cos \left(\int_0^t \alpha \, dt \right) dt$$

$\cdot \cdot \cdot \

zwischen Ξ und der wagerechten festen Ebene Z X, endlich χ der Winkel zwischen den Ebenen Ξ Y und Ξ $H_{,}$ (ϱ, φ, χ gerechnet wie bezw. λ, ϑ, ν in Fig. 5).

Sei ihrerseits $\omega_{\xi_{,,}}$ die Winkelgeschwindigkeit der Ebene Ξ Y um Ξ, so ist

$$\omega_{\xi_{,,}} = \chi' - \omega_{\xi_{,}} \tag{2}$$

und, wenn man noch die Linie $H_{,,}$ durch den Anfangspunkt senkrecht zu Ξ in der Ebene Ξ Y zieht, so erkennt man leicht, daß ist:

$$\omega_{\xi_{,,}} = \sin \varphi \cdot \varrho' \tag{3}$$

Die Beziehung zwischen φ, ϱ, χ und δ, ϑ, λ und ν ergiebt sich nun aus dem Kugeldreieck v. Ξ Y (s. Fig. 8):

$$\sin \varphi = \sin \vartheta \cos \delta + \cos \vartheta \sin \delta \cos \nu \tag{4a}$$

$$\sin \chi = \frac{\cos \vartheta \sin \nu}{\cos \varphi} \tag{4b}$$

$$\sin (\lambda - \varrho) = \frac{\sin \delta \sin \nu}{\cos \varphi}. \tag{4c}$$

Es ist nun nach (1), (2), (3):

$$\psi' = \omega_{\circ} - \chi' + \sin \varphi \cdot \varrho'.$$

Man erkennt nun ohne weitere Rechnung, daß wegen des stets sehr großen Werthes von $\omega_{\circ}$, der Winkelgeschwindigkeit des Geschosses um seine Längenachse, ψ' nahezu konstant, $= \omega_{\circ}$, mithin auch α nahezu konstant sein wird, da sicherlich χ' und ϱ' sehr nahe Null und sowohl positiv als auch negativ auftreten werden. Man darf demnach setzen:

$$\alpha = \frac{A}{B} \omega_{\circ}. \tag{5}$$

Dementsprechend lauten die Gleichungen § 6 (7) einfacher:

$$\omega_{\eta_{,}} = -\int_{\circ}^{t} \mu_{\tau} \sin [\alpha (t - \tau)] \, d\tau \tag{6a}$$

$$\omega_{\zeta_{,}} = \int_{\circ}^{t} \mu_{\tau} \cos [\alpha (t - \tau)] \, d\tau \tag{6b}$$

Theilt man die Zeit in Abschnitte von der Größe $\frac{2\pi}{\alpha}$, so werden dieselben infolge des großen α sehr klein sein und selbst unter den äußersten Verhältnissen noch nicht $\frac{1}{10}$ Sekunde erreichen. Da nun μ sich nur verhältnißmäßig langsam ändert, wird es gestattet sein, dasselbe während eines solchen Abschnittes konstant anzunehmen. Seien nun $\mu_1, \mu_2 \ldots \mu_{n-1}, \mu_n$ die Mittelwerthe derselben während des $1^{ten}, 2^{ten} \ldots {}_{n-1}{}^{ten}, n^{ten}$ Abschnittes, die sich mithin — wenn auch nur mit geringen Zunahmen — sprungweise ändern, und setze man: $t = \frac{2\,(n-1)\,\pi}{\alpha} + \varepsilon$, wo $n-1$ ganz positiv, $0 < \varepsilon < \frac{2\pi}{\alpha}$ sei, so wird man an Stelle von (6) näherungsweise, aber mit einer für die Praxis vollkommen genügenden Genauigkeit nehmen dürfen:

$$(7a)\quad \omega_{\eta_1} = -\mu_1 \int_0^{\frac{2\pi}{\alpha}} \sin\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau - \mu_2 \int_{\frac{2\pi}{\alpha}}^{\frac{4\pi}{\alpha}} \sin\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau \ldots\ldots$$

$$\mu_{n-1} \int_{\frac{2\,(n-2)\,\pi}{\alpha}}^{\frac{2\,(n-1)\,\pi}{\alpha}} \sin\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau - \mu_n \int_{\frac{2\,(n-1)\,\pi}{\alpha}}^{\frac{2\,(n-1)\,\pi+\varepsilon}{\alpha}} \sin\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau$$

$$(7b)\quad \omega_{\zeta_1} = \mu_1 \int_0^{\frac{2\pi}{\alpha}} \cos\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau + \mu_2 \int_{\frac{2\pi}{\alpha}}^{\frac{4\pi}{\alpha}} \cos\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau \ldots\ldots$$

$$+ \mu_{n-1} \int_{\frac{2\,(n-2)\,\pi}{\alpha}}^{\frac{2\,(n-1)\,\pi}{\alpha}} \cos\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau + \mu_n \int_{\frac{2\,(n-1)\,\pi}{\alpha}}^{\frac{2\,(n-1)\,\pi+\varepsilon}{\alpha}} \cos\left[\alpha\,(\varepsilon-\tau)\right] d\tau.$$

Nun ist (m positiv ganz):

$$\text{a)} \quad \int_{2(m-1)\frac{\pi}{\alpha}}^{2m\frac{\pi}{\alpha}} \sin\left[\alpha(\varepsilon-\tau)\right] d\tau = 0, \quad (8b) \int_{2(m-1)\frac{\pi}{\alpha}}^{2m\frac{\pi}{\alpha}} \cos\left[\alpha(\varepsilon-\tau)\right] d\tau = 0 \text{ und}$$

$$\text{c)} \quad \int_{2\frac{(n-1)}{\alpha}\pi}^{2\frac{(n-1)}{\alpha}\pi+\varepsilon} \sin\left[\alpha(\varepsilon-\tau)\right] d\tau = \frac{1}{\alpha}(1-\cos\alpha\varepsilon)$$

$$\text{d)} \quad \int_{2\frac{(n-1)}{\alpha}\pi}^{2\frac{(n-1)}{\alpha}\pi+\varepsilon} \cos\left[\alpha(\varepsilon-\tau)\right] d\tau = \frac{1}{\alpha}\sin\alpha\varepsilon$$

Hieraus erkennt man:

ω_{η_1} und ω_{ζ_1} sind rückkehrende Funktionen, welche nach Verlauf des kleinen Zeitabschnittes $\frac{2\pi}{\alpha}$ immer wieder zu Null werden.

Innerhalb des n^{ten} Abschnittes sind sie dargestellt als Funktion des vom Beginn dieses Abschnittes rechnenden Zeitmaßes ε

$$\left(0 < \varepsilon < \frac{2\pi}{\alpha}\right)$$

und zwar durch:

$$\text{10a)} \quad \omega_{\eta_1} = -\frac{\mu_n}{\alpha}(1-\cos\alpha\varepsilon)$$

$$\text{10b)} \quad \omega_{\zeta_1} = \frac{\mu_n}{\alpha}\sin\alpha\varepsilon \qquad \text{und}$$

$$\text{10c)} \quad \sqrt{\omega_{\eta_1}^2+\omega_{\zeta_1}^2} = 2\frac{\mu_n}{\alpha}\sin\frac{\alpha\varepsilon}{2}$$

Setzt man ω_{η_1} und ω_{ζ_1} nach den bekannten Regeln zusammen, findet man als geometrischen Ort der Endpunkte dieser Schwingungen einen Kreis (s. Fig. 9).

Die augenblickliche Drehachse beschreibt also, für das System des Kraftantriebes verstanden, den Mantel eines Kegels, dessen Spitze senkrecht über einem Punkte eines Umfanges eines sehr kleinen Kreises liegt.

Die Neigung, welche die augenblickliche Drehachse mit der Längenachse des Geschosses bildet, ist angegeben durch einen sehr kleinen Winkel, dessen $\operatorname{tg} = \frac{2\mu_n}{\alpha\,\omega_o} \sin\frac{\alpha}{2}\,\varepsilon$ ist.

Es wird noch von Wichtigkeit sein, den Weg kennen zu lernen, welchen die augenblickliche Drehachse in Bezug auf das im Geschoß selbst feste Trägheitssystem Ξ H Z zurücklegt. Dies kann leicht geschehen nach § 5 (2), wenn man dort annähernd setzt:

$$\psi = \omega_o\, t = \frac{B}{A}\,\alpha\left[\frac{2\,(n-1)}{\alpha}\,\pi + \varepsilon\right], \text{ (da } \omega_o \text{ ja nahezu} = \frac{B}{A}\,\alpha \text{ ist).}$$

$$(11\,a)\qquad \omega_\eta = \frac{2\mu_n}{\alpha} \sin\left(\frac{\alpha\,\varepsilon}{2}\right) \sin\left[2\,(n-1)\,\frac{B}{A}\,\pi + \left(\frac{2B-A}{2A}\right)\alpha\,\varepsilon\right.$$

$$(11\,b)\qquad \omega_\zeta = \frac{2\mu_n}{\alpha} \sin\left(\frac{\alpha\,\varepsilon}{2}\right) \cos\left[2\,(n-1)\,\frac{B}{A}\,\pi + \left(\frac{2B-A}{2A}\right)\alpha\,\varepsilon\right.$$

$$(11\,c)\qquad \sqrt{\omega_\eta^{\,2} + \omega_\zeta^{\,2}} = \frac{2\mu_n}{\alpha} \sin\frac{\alpha\,\varepsilon}{2}$$

Auch ω_η und ω_ζ sind rückkehrende und immer wieder nach einem Zeitabschnitt $\frac{2\pi}{\alpha}$ zu Null werdende Funktionen. Abgesehen von den Ausschlagweiten $\frac{2\mu_n}{\alpha}$ werden sie aber im Allgemeinen auch noch von n abhängen, wenn nicht etwa $\frac{B}{A}$ eine ganze Zahl ist.

Setzt man die Winkelgeschwindigkeiten ω_η und ω_ζ des im Geschoßkörper festen Systems zusammen, so bilden die Endpunkte in der Ebene H Z eine Kurve nach Art einer Spirale, die sich zuerst erweitert, einen größten Ausschlag erreicht, hierauf sich wieder verengt und zum Anfangspunkt zurückkehrt. Die Fig. 10 giebt eine Darstellung einer solchen Kurve für den einfachen Fall $\frac{B}{A} = 3$, deren Gestalt also dann von n unabhängig ist. Die bezeichneten Punkte entsprechen gleichen Zeitzuwächsen von ε.

der Punkt 0 $\varepsilon = 0$, der Punkt 10 $\varepsilon = \frac{2\pi}{\alpha}$. Die augenblickliche Drehachse beschreibt eine Kegelfläche, in welcher eine Gerade durch den Anfangspunkt an dieser Spirale entlang gleitet, deren Ebene vom Anfangspunkte in der Richtung z gemessen den Abstand ω_0 hat. Der Ausschlagwinkel der augenblicklichen Drehachse von der Geschoßlängenachse, ist wie oben, $\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{2\mu}{\alpha\omega_0}\sin\frac{\alpha\varepsilon}{2}\right)$, sein größter Werth $\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{2\pi}{\alpha\omega_0}\right)$ und bleibt jederzeit sehr klein, beträgt selbst unter den äußersten Verhältnissen noch nicht $\frac{1}{16}°$. Die Werthe $\frac{2\pi}{\alpha}$ und $\operatorname{arc\,tg}\left(\frac{2\mu}{\alpha\omega_0}\right)$ können, reciprok genommen, als Maß für die Beständigkeit der Geschoßachse als Drehachse dienen.

§ 8. Mittlere Winkelgeschwindigkeiten für das System des Kraftantriebes.

Handelt es sich darum, die Bewegung der Geschoßachse z Gewissermaßen in ihrer Gesammtheit darzustellen, so wird man von jenen sehr kleinen Schwankungen der augenblicklichen Drehachse vollständig absehen können. Es wird gestattet sein, für ω_η, und ω_ζ, diejenigen Mittelwerthe in die Rechnung einzuführen, welche dieselben innerhalb des Zeitabschnittes $\frac{2\pi}{\alpha}$ annehmen. Nun ist (s. § 7 (10)):

der Mittelwerth von $\cos\alpha\varepsilon$: $\dfrac{\int_0^{\frac{2\pi}{\alpha}}\cos(\alpha\varepsilon)\,d\varepsilon}{\frac{2\pi}{\alpha}} = 0$, ebenso

" " " $\sin\alpha\varepsilon$: $\dfrac{\int_0^{\frac{2\pi}{\alpha}}\sin(\alpha\varepsilon)\,d\varepsilon}{\frac{2\pi}{\alpha}} = 0.$

Für μ_n ist jetzt offenbar, dem allgemeinen Zeitpunkt t entsprechend, μ zu setzen, so daß man hat:

(1a) $$\omega_{\eta_1} = -\frac{\mu}{\alpha}$$

(1b) $$\omega_{\zeta_1} = 0.$$

Es ist also die Gesammtwinkelgeschwindigkeit, mit welcher sich das System des Kraftantriebes dreht, ω_{η_1}; diese vollzieht sich also um die Achse H_1. Nun ist [s. § 5 (4b), § 4 (5) und § 7 (5)]:

$$\frac{\mu}{\alpha} = \frac{M_{\zeta_1}}{B\alpha} = \frac{\xi_1 W \sin (1+k)\,\delta}{B\alpha} = \frac{\xi_1 W \sin (1+k)\,\delta}{A\,\omega_0}.$$

Nennt man a den Trägheitshalbmesser des Geschosses für die Längenachse, so ist $A = m a^2$, und wenn ferner die zeichenlos genommene Beschleunigung des Luftwiderstandes w ist, so hat man $W = mw$, mithin

$$\frac{\mu}{\alpha} = \frac{\xi_1 w \sin (1+k)\,\delta}{a^2\,\omega_0}, \text{ also}$$

(2a) $$\omega_{\eta_1} = -\frac{\xi_1 w \sin (1+k)\,\delta}{a^2\,\omega_0}$$

(mithin ω_{η_1} wirklich negativ bei positivem ω_0),

(2b) $$\omega_{\zeta_1} = 0.$$

§ 9. Ansatzgleichungen der Drehbewegung der Geschoßachse um die Richtung der Flugbahnberührenden bei kleinen Abweichungen beider Richtungen.

Ein Punkt in der Geschoßachse Ξ in der Entfernung ξ vom vom Schwerpunkt hat — allein infolge der Drehung um H_1 — eine fortschreitende Geschwindigkeit, und zwar senkrecht zur Ebene $\Xi\, v_s$:

$$\frac{\xi\,\xi_1 w \sin (1+k)\,\delta}{a^2\,\omega_0} \text{ (zeichenlos verstanden)}$$

und einen Abstand $\xi \sin \delta$ von der Richtung der Winkelgeschwindigkeit ϱ für die als Drehachse angenommene Richtung von v_s (zeichenlos und von ξ unabhängig):

(1) $$\varrho = \frac{\xi_1 w}{a^2\,\omega_0} \cdot \frac{\sin (1+k)\,\delta}{\sin \delta}$$

wo bei kleinem δ $\frac{\sin (1 + k)\,\delta}{\sin \delta}$ sehr nahe $= 1 + k$, also nach § 2 (12) annähernd konstant, und ρ annähernd eine reine Funktion von v_0 wird.

Man führe ein ein bewegliches — rechtwinkliges System $V_0 \Delta_i \Delta_{ii}$; es sei V_0 die augenblickliche Richtung der Flugbahnberührenden, Δ_i, senkrecht zu V_0 in der Ebene des Winkels ϑ (siehe § 3 (1)) nach oben positiv, Δ_{ii} der festen wagerechten Z X parallel, von vorne gesehen nach links positiv.

Ein Punkt P der Geschoßachse in der Entfernung 1 vom Schwerpunkte nach vorne hat nun die Koordinaten (siehe Fig. 11)

$$\text{für } \Delta_i : \delta_i = \sin \delta \cos \nu$$
$$\text{„ } \Delta_{ii} : \delta_{ii} = \sin \delta \sin \nu$$

(vergl. die Bedeutung von ν nach § 3 (3)) und in Bezug auf die Achse V_0 eine fortschreitende Geschwindigkeit: $\rho \sin \delta$ senkrecht zu einer durch jenen Punkt und V_0 gelegten Ebene.

Ein Punkt in V_0 selbst in der Entfernung 1 vom Schwerpunkte nach vorn hat nun die Geschwindigkeiten:

$$\text{nach der Richtung von } \Delta_i : \quad \vartheta'$$
$$\text{„ „ „ „ } \Delta_{ii} : -\cos \vartheta \lambda' \text{ (s. Fig. 3).}$$

Wird nun zunächst der Winkel δ nur **klein vorausgesetzt**, so daß $\cos \delta$ sehr nahe $= 1$ ist, so kann man von einer Bewegung von P parallel der Richtung V_0 als unbedeutend ganz absehen. In diesem Falle wird aber auch λ' so nahe an Null sein, daß es ebenfalls vernachlässigt werden darf. Man erhält **bei dieser Annahme:**

$$\delta_i' = -\varrho \sin \delta \sin \nu - \vartheta'$$
$$\delta_{ii}' = \varrho \sin \delta \cos \nu \qquad \text{oder}$$
$$\text{(2a)} \qquad \delta_i' + \varrho\, \delta_{ii} = -\vartheta'$$
$$\text{(2b)} \qquad \delta_{ii}' - \varrho\, \delta_i = 0.$$

ϑ' bedeutet die Winkelgeschwindigkeit, mit welcher die Berührende der Flugbahn in der lothrechten Schußebene sich bewegt, und ist offenbar stets negativ.

§ 10. Integrirung der vorigen Gleichungen.

Die letzten Gleichungen sind ebenso zu integriren, wie diejenigen in § 5 (5), wenn man dort an Stelle von ω_{η_i}, ω_{ζ_i}, α, μ bezw.: δ_{ii}, δ_i, $-\rho$, $-\vartheta'$ setzt.

Man erhält dann nach § 6 (7):

$$(1a) \qquad \delta_{\iota} = -\int_0^t \vartheta_\tau' \cos\left(\int_\tau^t \varrho_\tau \, d\tau\right) d\tau$$

$$(1b) \qquad \delta_{\iota\iota} = -\int_0^t \vartheta_\tau' \sin\left(\int_\tau^t \varrho_\tau \, d\tau\right) d\tau,$$

wo wieder in ρ und ϑ' die — unentwickelt vorkommende — Veränderliche t durch τ ersetzt gedacht ist, was durch ρ_τ, ϑ_τ' angedeutet sei.

Die jetzt zu Grunde liegende Voraussetzung, daß δ klein bleibe, kann nun nur erfüllt sein bei flachen Flugbahnen mit starken Anfangsgeschwindigkeiten, das ist, wie man leicht übersieht, wenn der Quotient $\frac{\vartheta'}{\varrho}$ für die ganze Flugbahn klein bleibt. In noch höherem Maße müssen aber dann die Ableitungen dieses Quotienten sich verkleinern. In diesem Falle wird man mit genügender Genauigkeit durch zweimalige theilweise Integrirung erhalten, indem nun die Restintegrale als unerheblich vernachlässigt werden dürfen (wenn man die Anfangswerthe durch die Zeiger andeutet):

$$(2a) \quad \delta_{\iota} = -\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)_0 \cdot \sin\left(\int_0^t \varrho \, dt\right) - \frac{1}{\varrho}\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)' + \frac{1}{\varrho_0}\cdot\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)_0' \cdot \cos\left(\int_0^t \varrho \, dt\right)$$

$$(2b) \quad \delta_{\iota\iota} = -\frac{\vartheta'}{\varrho} + \left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)_0 \cdot \cos\left(\int_0^t \varrho \, dt\right) + \frac{1}{\varrho_0}\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)_0' \cdot \sin\left(\int_0^t \varrho \, dt\right).$$

§ 11. Weg der Geschoßlängenachse in Bezug auf die Flugbahnberührende bei kleinen Abweichungen beider Richtungen.

Zur Verwendung der zuletzt gewonnenen Ergebnisse ist es nun erforderlich, ϑ' und ρ nach den für die Flugbahn vorliegenden Bedingungen zu ersetzen. Nach § 3 (7) kann aber jetzt bei der

Annahme eines kleinen δ gesetzt werden, wenn noch nach § 8 $\frac{W}{m} = w$ geschrieben wird:

(1a) $x'' = -w\frac{v_x}{v}$

(1b) $y'' = -g - w\frac{v_y}{v}$ und $\frac{v_x}{v} = \cos\vartheta$, $\frac{v_y}{v} = \sin\vartheta$ und $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$. Da $x'' = v_x'$, $y'' = v_y'$, so folgt: $v_x v_y' - v_y v_x' = -g v_x$ und

$$\frac{v_x v_y' - v_y v_x'}{v_x^2} = \left(\frac{v_y}{v_x}\right)' = -\frac{g}{v_x}, \text{ und da } \frac{v_y}{v_x} = \operatorname{tg}\vartheta$$

(2) $$\vartheta' = -\frac{g}{v_x}\cos^2\vartheta,$$

welches unabhängig von w ist.

Ferner ist nach § 9 (1) annähernd bei kleinem δ

(3) $$\varrho = \frac{w}{h},$$

wenn zur Abkürzung

(4) $$h = \frac{a^2\,\omega_0}{\xi_1(1+k)}$$

gesetzt ist und h nun nahezu konstant ist, und der Model des Drehmoments heißen möge. Wählen wir für die Beschleunigung des Luftwiderstandes w nach den gewöhnlichen Annahmen die Funktion

(5) $$w = \frac{v^n}{q^{n-1}}$$

wo q eine konstante Längenzahl, n ein nach Bedarf zu wählender konstanter Exponent (2, 3, 4 ꝛc.) sei, dann ist:

(6) $$\varrho = \frac{v^n}{h\,q^{n-1}} = \frac{v_x^{\,n}}{h\,q^{n-1}\cos^n\vartheta}$$ und nach (2)

(7) $$\frac{\vartheta'}{\varrho} = -\frac{g\,h\,q^{n-1}}{v_x^{\,n+1}}\cos^{n+2}\vartheta.$$

Ferner ist

$$\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)' = -ghq^{n-1}\,\frac{d\left(\frac{\cos^{n+2}\vartheta}{v_x^{\,n+1}}\right)}{dv_x}\cdot\frac{dv_x}{dt},$$

wenn man von jetzt an, wie es zweckmäßig erscheint, anstatt t v_x, den Beitrag der Geschwindigkeit des Schwerpunktes nach der wagerechten X-Achse als Unveränderliche behandelt.

Berücksichtigt man, daß bei flachen Flugbahnen cos ϑ nahezu unverändert ist, so kann man für $\cos^{n+2}\vartheta$ einen Mittelwerth, angedeutet durch $[\cos^{n+2}\vartheta]_m$ annehmen, und es würde sich ergeben, da

$$\frac{dv_x}{dt} = -\frac{v_x^n}{q^{n-1}\cos^{n-1}\vartheta} \text{ ist (nach (1a)):}$$

$$\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)' = -(n+1)\,\frac{gh\,[\cos^{n+2}\vartheta]_m}{v_x^2\cos^{n-1}\vartheta}$$

und nun

$$\frac{1}{\varrho}\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)' = -(n+1)\,gh^2\,q^{n-1}\,\frac{[\cos^{n+2}\vartheta]_m}{v_x^{n+2}}\cos\vartheta,$$

wofür man einfacher, aber wohl genügend genau, schreiben kann:

$$\frac{1}{\varrho}\left(\frac{\vartheta'}{\varrho}\right)' = -(n+1)\,gh^2\,q^{n-1}\,\frac{\cos^{n+3}\vartheta}{v_x^{n+2}}. \tag{8}$$

Weiter ist:

$$\int_0^t \varrho\,dt = \frac{1}{hq^{n-1}}\int_0^t v^n\,dt = \frac{1}{hq^{n-1}}\int_{v_{x_0}}^{v_x} v^n\left(-\frac{q^{n-1}}{v^n\cos\vartheta}\right)dv_x \text{ oder}$$

$$\int_0^t \varrho\,dt = \frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{x_0}}\frac{dv_x}{\cos\vartheta}$$

(v_{x_0} der Anfangswerth von v_x).

Ersetzt man nun $\frac{1}{\cos\vartheta}$ durch seinen Mittelwerth zwischen ϑ_0 und ϑ (ϑ_0 der Erhöhungswinkel), so kann derselbe angenommen werden zu:

$$\Theta_1 = \frac{\frac{1}{\cos\vartheta} + \frac{1}{\cos\vartheta_0}}{2}; \tag{9}$$

(Θ_1 nahe aber größer 1) und man findet

$$\int_0^t \varrho\,dt = \frac{\Theta_1}{h}(v_{x_0} - v_x). \tag{10}$$

Dies ergiebt durch Einführung von (7) (8) (10) nach § 10 (2):

$$(11a)\quad \delta_s = \frac{g h q^{n-1} \cos^{n+2}\vartheta_0}{v_{x_0}^{\,n+1}} \left[\sin \frac{\Theta_1 (v_{x_0} - v_x)}{h} + (n+1) \frac{h \cos \vartheta_0}{v_{x_0}} \left(\left(\frac{\cos \vartheta}{\cos \vartheta_0} \right)^{n+3} \cdot \left(\frac{v_{x_0}}{v_x} \right)^{n+2} - \cos \frac{\Theta_1 (v_{x_0} - v_x)}{h} \right) \right]$$

$$(11b)\quad \delta_{ll} = \frac{g h q^{n-1} \cos^{n+2}\vartheta_0}{v_{x_0}^{\,n+1}} \left[\left(\frac{\cos \vartheta}{\cos \vartheta_0} \right)^{n+2} \cdot \left(\frac{v_{x_0}}{v_x} \right)^{n+1} - \cos \frac{\Theta_1 (v_{x_0} - v_x)}{h} - (n+1) \frac{h \cos \vartheta_0}{v_{x_0}} \sin \frac{\Theta_1 (v_{x_0} - v_x)}{h} \right].$$

Hätte man in § 10 (2) die theilweise Integrirung weiter fortgeführt, so würden in den Formeln (11) noch Glieder mit den höheren Potenzen von $\frac{h}{v_{x_0}}$ vorgekommen sein. Nun ist nach (4) in h: $\frac{a}{\xi_1 (1+k)}$ wohl höchstens $\frac{1}{4}$, $a\,\omega_0$ selbst bei den größten Kalibern und Drehgeschwindigkeiten höchstens 40^m, (vergl. die Bedeutung von k, ξ_1, a nach § 2 (12), § 4 (5), § 8 (2)), so daß bei den großen Anfangsgeschwindigkeiten flacher Flugbahnen der Quotient $\frac{h}{v_{x_0}}$ sicherlich noch nicht den Werth $\frac{1}{10}$ erreichen wird. Die abgekürzte Form der Gleichungen (11) erscheint also für flache Flugbahnen wohl zulässig.

Stellt man den Weg des Punktes P in Fig. 11 durch eine Kurve dar, deren Koordinaten nur durch die Unveränderliche v_x ausgedrückt sind, wenn man sich den Quotienten $\frac{\cos \vartheta}{\cos \vartheta_0}$ durch einen konstanten Mittelwerth ersetzt denkt, so erkennt man Folgendes: Die Bahn von P bildet keinen Kreis, wie dies bei konstantem ϑ' und ρ der Fall wäre, sondern einige Schleifen, die sich im Verlauf immer mehr nach oben und links erstrecken, wenn man dem Fluge des Geschosses entgegensieht, wie die Fig. 11 dies verlangt. Zu erinnern ist hierbei, daß ω_0 positiv genommen ist, wie beim Rechtsdrall, und daß der Gesammtluftwiderstand, wie stets, vorwärts des Schwerpunktes angreift.

Die Fig. 12 stellt eine solche Kurve für folgende Zahlenwerthe dar:

Anfangsgeschwindigkeit nach der Wagerechten: $v_{x_0} = 500^m$,
Erhöhungswinkel: $\vartheta_0 = 5°$,
Exponent: $n = 4$ (d. h. Annahme des biquadratischen Luftwiderstandsgesetzes),

Koeffizient des Luftwiderstandes $\frac{1}{q^2} = 0{,}000\,000\,008$

(d. i. $q = 1077{,}2^m$, $\frac{v_{x_0}^4}{q^3} = 50^m$)

Model des Drehmoments: $h = 10^m$.

Die Mittelwerthe $\left(\frac{\cos\vartheta}{\cos\vartheta_0}\right)^{n+2}$, $\left(\frac{\cos\vartheta}{\cos\vartheta_0}\right)^{n+3}$ sowie θ (s. (10)) ergeben sich sehr nahe an 1. Es ergiebt sich dann abgekürzt:

$$\vartheta_I = 0{,}004\left[\sin 50\left(1-\frac{v_x}{v_{x_0}}\right)+0{,}1\left(\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)^5-\cos 50\left(1-\frac{v_x}{v_{x_0}}\right)\right)\right]$$

$$\vartheta_{II} = 0{,}004\left[\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)^5-\cos 50\left(1-\frac{v_x}{v_{x_0}}\right)-0{,}1\sin 50\left(1-\frac{v_x}{v_{x_0}}\right)\right]$$

Die einzelnen Punkte entsprechen Werthen von $\frac{v_x}{v_{x_0}}$, welch von 1 anfangend um das Maß 0,031 fallen. Dem Punkte 1 entspricht $\frac{v_x}{v_{x_0}} = 0{,}504$. Das Ende der Flugbahn liegt zwischen Punkt 10 und 11 und entspricht einem $\frac{v_x}{v_{x_0}} = 0{,}664$, einer Flugzeit von 7,97 Sekunden und einer Schußweite von 3138^m. In diesem Augenblick bildet die Längenachse des Geschosses mit der Flugbahnberührenden einen Winkel von 1° 43′.

Die Abweichungen der Längenachse stehen, wie man aus den Gleichungen (11) ersieht, zum Model h im graden Verhältniß. Da nun nach (4) $h = \frac{a^2\,\omega_0}{\xi_1\,(1+k)}$ ist, so folgt: **Unter sonst gleichen Verhältnissen sind die Abweichungen um so größer, je größer das Kaliber ist, weil hiervon unmittel-**

bar der Trägheitshalbmesser a abhängt, und wachsen auch mit der Anfangswinkelgeschwindigkeit ω_0; sie sind um so geringer, je größer die Länge des Geschosses ist, weil mit dieser auch $\xi_{,,}$ d. h. die Entfernung des Angriffspunktes des Luftwiderstandes vom Schwerpunkte abhängt.

(Schluß folgt.)

XVI.

Gedanken über den Luftschifferdienst

von

Mordebeck,
Hauptmann und Kompagniechef im Schleswigschen Fußartillerie-Bataillon Nr. 9.

(Schluß.)

V. Das Freifahren.

1. Bedeutung desselben für die Militär-Luftschiffer.

Die Ansichten darüber, ob die Ausbildung sämmtlicher Mannschaften einer Luftschiffertruppe im Freifahren nöthig sei oder nicht, gehen gegenwärtig noch sehr auseinander. Es ist richtig, daß der Fesselballon vorläufig die überwiegend vorwaltende Verwendung des Aërostaten bei den Armeen ist, und daß hierbei die Luftschiffersoldaten einer Unterweisung im Freifahren nicht bedürfen. Sie sind die Handlanger für den äeronautischen Dienst; der Franzose bezeichnet ihre Stellung durch das besondere Wort „aérostier", was wir im Deutschen vielleicht mit „Balloner", dem englischen „ballooner" gleichlautend, wiedergeben könnten. Für den Fesselballondienst würde sich daher die Ausbildung im Freifahren auf diejenigen zu beschränken haben, welche dem Beobachtungsdienst obliegen und daher in die Lage kommen können, unfreiwillig eine Freifahrt machen zu müssen, und das sind Offiziere.

Bei einer Verwendung von Freiballons beim Angriff auf Festungen sind nur kurze Strecken zu überfliegen, wozu es keiner Fahrkunst bedarf; auch hierfür werden nur Offiziere in Betracht kommen.

Ganz anders hingegen liegen die Verhältnisse für die Verwerthung von Freiballons in belagerten Festungen. Hier muß eine große Anzahl geübter Ballonfahrer vorhanden sein, welche durch die Offizierscharge nicht gedeckt werden kann. Für die Luft-

schiffertruppe in der Festung wird allerdings der Ausfall an gemeinen Luftschifferſoldaten ſich auch bald empfindlich fühlbar machen. Die Entſendung von Ballons mit wichtigen Nachrichten kann aber kaum durch andere als gut geſchulte Luftſchiffer geſchehen, und wo gäbe es hierfür eine beſſere Gewähr, als ſie die militäriſche Ausbildung, die ſich ganz auf dieſen Zweck zuſpitzt, bietet? Die Civilluftſchiffer erhalten bei uns noch keine ſachgemäße Ausbildung, ſie ſind Autodidakten, die keine Prüfung abzulegen und keine wirklich ſchwierigen Aufgaben mit dem Ballon zu löſen brauchen. Außerdem exiſtiren ihrer bei uns ſo wenige, daß ſchon aus dieſem Grunde auf ſie nicht gerückſichtigt werden kann. Aérostiers laſſen ſich wohl erſetzen, Aëronauten aber nicht. Man könnte einwenden, bei der Belagerung von Paris hätten ganz unausgebildete Luftſchiffer, Matroſen, Soldaten ꝛc. Großes mit den Poſtballons geleiſtet. Man vergißt dabei, daß ſie mit einer Verſchwendung von Mitteln gearbeitet haben, welche ſich eine Feſtung wie Paris wohl leiſten durfte, und beachtet nicht, daß noch Größeres hätte geleiſtet werden können.

2. Die Flugbahn des Ballons.

Wer wiſſen will, worauf die Ausbildung im Freifahren zu richten iſt, muß ſich klar machen, welche Verhältniſſe die Flugbahn des Freiballons bedingen.

Jeder weiß, daß ein Ballon um ſo viel mehr Perſonen und Sachen hochnehmen kann, je größer er iſt. Wir laſſen daher das Volumen des Ballons ganz außer Betracht und legen unſeren weiteren Ausführungen der Einfachheit halber die Größe „Eins“ zu Grunde.

a) Angenommen 1 cbm Gas bliebe ohne Hülle in der Luft beiſammen, ſo würde er, da ſein Gewicht viel leichter iſt als das der ihn umgebenden Luft nach dem Prinzip des Archimedes von ſelbſt in die Höhe ſteigen. Je größer der Gewichtsunterſchied zwiſchen Gas und Luft iſt, um ſo ſchneller würde das Aufſteigen der Gasmaſſe von ſtatten gehen. Daraus folgt, daß das leichteſte Gas, der Waſſerſtoff, mit größerer Geſchwindigkeit hochtreibt als das Leuchtgas; es hat, wie man ſagt, mehr Auftrieb. Haben Luft und Gas gleiche Temperaturen, gleichen Feuchtigkeitsgehalt, liegen die idealen Verhältniſſe vor, daß Luftdruck und Temperatur

nach oben stetig abnehmen, so dehnt sich die Gasmasse mit dem Aufsteigen in demselben Verhältniß wie die sie umgebende Luft nach und nach aus und kühlt sich in demselben Maße ab, wobei sich ihr Wassergehalt gleichzeitig mit dem der Luft kondensirt. Die Gaskugel müßte alsdann bis zur oberen Grenze der Atmosphäre steigen, wo sie sich zu unendlicher Größe im Weltenraum ausdehnt.

b) Wir sind gezwungen, jedes Gas, dessen Auftrieb wir als Arbeitskraft ausnutzen wollen, in eine Hülle einzuschließen. Nehmen wir an, die Hülle wiegt so viel, als der Auftrieb von 1 cbm Gas beträgt, so würde ein Aufsteigen nicht möglich sein. Die Hülle muß also von geringerem Gewicht sein; sie hat aber die Eigenschaft, sich nicht ausdehnen zu können, man muß sie daher unten offen lassen, widrigenfalls würde sich das Gas in der Hülle komprimiren, oder Letztere, falls sie hiergegen nicht widerstandsfähig genug wäre, platzen.

Verfolgen wir nun den Aufstieg des in eine Hülle eingeschlossenen Gases. Gewicht, Temperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse sind auf dem Erdboden die gleichen wie bei der ersten Betrachtung. Je höher der Gasballon steigt, umsomehr muß, da er sich nicht wie die Luft ausdehnen kann, von seinem Inhalt herausfließen, also verloren gehen. Das Gewichtsverhältniß des Gases zur Luftmasse ändert sich demnach fortwährend, weil die Volumenverhältnisse nicht mehr die gleichen bleiben können. Der Ballon muß schließlich in eine Höhe kommen, wo sein Auftrieb gerade noch so groß ist, wie das Gewicht seiner Hülle, eine Höhe, in der er stehen bleiben muß. Wir nennen diesen Zustand die Gleichgewichtslage des Ballons.

Die Einschließung des Gases in der Hülle bedingt aber noch anderweitige Gasverluste, als solche durch Ausfließen infolge der Ausdehnung entstehen. Beim Aufsteigen hat der Ballon die sich ihm entgegenstellende Luft bei Seite zu drücken, d. h. einen gewissen Luftdruck zu überwinden. Hierdurch wird unser Ballon etwas eingedrückt und verliert eine gewisse Masse Gas. Weitere Verluste treten ein durch Penetration des Gases durch den Ballonstoff — von undichten Stellen desselben ganz abgesehen — und, sobald der Gasausfluß aus dem Füllansatz aufhört, infolge von Diffusion des Gases.

Eine Veränderung zwischen den Gewichtsverhältnissen des Gases und der äußeren Luft tritt ferner bei der Kondensation des absoluten Feuchtigkeitsgehalts beider ein, indem die Feuchtigkeit des Ballongases sich an der Hülle absetzt und hierdurch eine Gewichtsvermehrung desselben veranlaßt, während die Feuchtigkeit der Luft sich als Wolkengebilde ausscheidet und sich außen auf dem Ballon als Niederschlag ansetzt. Diese Gasverluste und Gewichtsvermehrungen tragen dazu bei, daß das in einer Hülle eingeschlossene Gas nur bis zu einer gewissen Höhe aufsteigen kann und dann von selbst wieder herabsinkt. Sobald die Umkehr eintritt, findet eine an der Hülle wahrnehmbare Volumenverkleinerung statt. Das Gas wird wieder dichter, seine Temperatur nimmt zu. Die Fallgeschwindigkeit steigert sich unter dem Einfluß der Fallgesetze, bis der auf die Stoffmasse wirkende Luftwiderstand die Geschwindigkeit zunächst zu einer mehr gleichförmigen macht, später mit Zunahme der Luftdichte sogar verlangsamt. Hierbei verdunstet auch wieder die an der inneren Hülle niedergeschlagene Feuchtigkeit. An der Erde angelangt, können wir an dem zusammengefallenen Rest des in der Hülle befindlichen Gases erkennen, in welchem Maße sich das Volumenverhältniß zwischen Gas und Luft in diesem Falle verändert hat.

Das Steigen und Fallen geht in vorbeschriebener Weise in sehr rascher Folge von statten, ganz besonders bei großem Gewichtsunterschied zwischen den gleichen Volumeneinheiten Gas und Luft.

c) Nachdem wir bis jetzt ausschließlich die die Ballonflugbahn gestaltenden rein physikalischen Faktoren besprochen haben, welche bei jeder Fahrt regelmäßig auftreten, müssen wir zu den meteorologischen Faktoren übergehen, welche in verschiedensten Formen unregelmäßig auftreten und denen es allein zuzuschreiben ist, daß ein Ballon nicht mechanisch durch künstliche Vorrichtungen, sondern nur durch den alle Verhältnisse beherrschenden Menschengeist geführt werden kann.

Fünf Faktoren greifen störend auf den regelrechten Gang einer Ballonfahrt ein, es sind dies:

1. Temperaturunterschiede zwischen Gas und Luft.
2. Feuchtigkeitsunterschiede zwischen Gas und Luft.
3. Aeußere Niederschläge.

4. Die Luftbewegungen.
   a) Winde.
   b) lokale Luftbewegungen.
5. Elektrische Erscheinungen und elementare Ereignisse.

Ballongas und Luft haben in den seltensten Fällen die gleiche Temperatur. Letztere wechselt auch während des Fahrens, weil bei Sonnenschein dem Aërostaten Insolationswärme zugeführt wird, welche bei Bewölkung im Luftocean wiederum verloren geht. Die Wärme ändert sich ferner infolge der Kondensation oder der Verdunstung jener im Gase enthaltenen Feuchtigkeit. Das Gas kann als mit Wasserdunst gesättigt angesehen werden, da es vor seinem Eintritt in den Ballon im Gasometer oder im Wäscher mit Wasser in innigste Berührung kommt. Die Luft befindet sich selten in diesem gesättigten Zustande, ihr relativer Feuchtigkeitsgehalt schwankt fortwährend. Hieraus ergiebt sich ein häufig wechselndes Verhältniß zwischen dem absoluten Gewicht von 1 cbm Gas und 1 cbm Luft und demzufolge eine beständige Aenderung des Auftriebes.

Ganz besonders störend für das Aufsteigen sind aber die äußeren Niederschläge, welche sich als Regen, Schnee, Hagel u. s. w. am Ballon ansetzen und eine Belastung desselben herbeiführen können, welche die Luftfahrer ernstlich gefährdet.

Von größter Bedeutung für die Flugbahn des Freiballons sind endlich die Luftbewegungen, der Wind. Mit der Zunahme der Windgeschwindigkeit verlängert sich der Weg bis zur Erreichung des höchsten Punktes der Flugbahn, des Kulminationspunktes; sie stellt sich mit ihrem auf- und absteigenden Theil zur Horizontalen als ein Dreieck mit kleinen Winkeln an der Basis dar.

Endlich beeinflussen auch durch die Geländebeschaffenheit hervorgerufene lokale Luftbewegungen bis zu gewissen Höhen die Flugbahn.

Die Einflüsse der Luftelektrizität auf die Flugbahn des Ballons sind noch nicht genügend erforscht worden. Sie scheinen, Gewitterbildungen ausgenommen, unwesentlicher Natur zu sein. Gewitter aber stören häufig vorzeitig eine Freifahrt, indem hierbei entweder die durch Gewitterschauer hervorgerufene Belastung des Aërostaten oder die Sorge vor einem Einschlagen des Blitzes in den Ballon zur Landung nöthigen.

3. Schulfahrten.

Wir verstehen unter Schulfahrten solche Freifahrten, welche ausschließlich zur Ausbildung in der Fahrtechnik dienen. Bei jeder Freifahrt unterscheidet man zwischen Aufstieg, Fahrt und Landung.

Der Aufstieg muß für sich betrachtet werden, weil er selten, wenigstens nur bei sehr ruhigem Wetter durch den abfahrenden Luftschiffer selbst richtig bewerkstelligt werden kann. Dem Aufstieg geht das „Abwägen" des Ballons voran, d. h. der Ballon wird mittelst Ballast dermaßen beschwert, daß er sich zunächst vom Erdboden nicht erheben kann; darauf wird allmählich Ballast herausgenommen, bis er nach Beurtheilung des das Abwägen Leitenden genügenden Auftrieb besitzt, um über die Hindernisse der nächsten Umgebung des Ballonplatzes ohne Anstoß hinüberfliegen zu können. Der den Aufstieg veranlassende Luftschiffer hat hierbei einerseits die Höhe und die Nähe der den Ballonplatz umgebenden Hindernisse, andererseits die Richtung und Stärke des Windes seiner Beurtheilung für das erforderliche Maß des Auftriebs zu Grunde zu legen; diese Beurtheilung beruht im Uebrigen lediglich auf Erfahrung.

An Fahrten kann man folgende Arten unterscheiden:

Dauerfahrten, Hochfahrten, Weitfahrten, Schnellfahrten und Schleppfahrten.

a) Dauerfahrten. Die Grundlage für jedes Schulfahren bilden die Dauerfahrten. Bei ihnen kommt es darauf an, möglichst lange in der Luft zu verbleiben, ein Ziel, welches nur durch sehr sparsamen Ballastverbrauch und durch sorgfältige Verhütung von Verlusten an Gas erreicht werden kann. Der Fahrende muß seinen Ballon immerfort im Gleichgewicht erhalten, er darf ihn nie durch Versäumniß eines Ballastauswurfes zum Sinken oder durch zu reichlichen Auswurf zum schnelleren Steigen veranlassen. Hierzu gehört eine beständige Ueberwachung und rechtzeitige Bekämpfung aller eine Gleichgewichtsstörung hervorrufenden Einflüsse auf den Ballon. Und wie wird's gemacht? Ganz einfach dadurch, daß man den Sand mit der Hand sparsam nur dann ausschüttet, wenn das Barometer eine Neigung des Ballons zum Fallen anzeigt. Zwischen dem Steigen und Fallen bildet sich ein sogenannter todter Punkt, in dem die Umkehr der Bewegungs-

richtung stattfindet und in welchem die Bewegung selbst gleich 0 wird. Den richtigen Augenblick, wann das stattfindet, muß der Luftschiffer herausfinden; eine halbe Hand voll Ballast genügt oft, um solchen todten Punkt zu überwinden und ein weiteres, langsames Aufsteigen zu erzielen.

Die Dauerfahrt verlangt aber noch mehr als eine bloße Beobachtung des Barometers. Wenn dieses Instrument eine Gleichgewichtslage oder Gleichgewichtsstörung anzeigt und der Luftschiffer nach ihm allein seinen Ballastauswurf regelt, wird er häufig nicht das richtige Maß treffen und zu viel oder zu wenig auswerfen oder sogar fehlerhafterweise Ballast opfern, wo es nicht nöthig war. Der Luftschiffer muß seinen Blick auch nach aufwärts richten, nach dem Himmel, und je nach den Umständen abwärts auf die Erde. Die unangenehmsten Gleichgewichtsstörungen bewirken bei einer Ballonfahrt das Erscheinen und Verschwinden der Sonne. Bei bewölktem Himmel ersetzt er durch den Ballastauswurf den infolge Penetration durch den Stoff und Diffusion durch den Füllansatz entstehenden Gasverlust, indem er durch Höhersteigen das ihm verbliebene Gas derartig zur Ausdehnung bringt, daß die Hülle voll gefüllt bleibt. Wenn aber die Sonne den Ballon erwärmt, dehnt sie das Gas aus und verursacht eine mit starkem Gasverlust verbundene Gleichgewichtsstörung, die allerdings erst nach Verschwinden der Sonne in Erscheinung tritt. Mit dem Höhersteigen kommt ferner der Verlust durch die Gasausdehnung unter dem geringeren Luftdruck hinzu. In solchem Falle muß der Luftschiffer selbstverständlich jeden Ballastauswurf unterlassen, dagegen hat er aber von nun ab doppelt auf alle Einflüsse zu achten, die eine Abkühlung des Ballongases zur Folge haben können, wie z. B. die Sonne verdunkelnde Wolken. Rechtzeitig muß er dann den vorher gesparten Ballast nach Maßgabe der Schnelligkeit und der Dauer der Abkühlung abwerfen, weil er sich jetzt nicht mehr in stabilem, sondern in labilem Gleichgewichte befindet. Ein Zahlenbeispiel wird den Einfluß der Gasausdehnung infolge von Erwärmung und vermindertem Luftdruck am besten vor Augen führen.

Wir legen einen Kubikmeter Gas zu Grunde.

Der Barometerdruck beträgt in Meereshöhe 760 mm.

Bei 1° C Wärme vermehrt sich das Volumen jedes Gases um

$$\frac{1}{273} = 0{,}003663.$$

Wärmemeſſungen des Ballongaſes nach ſtattgefundenen ahrten haben eine Wärme von 40° C ergeben. Nehmen wir aher an, der Kubikmeter vermehre ſeine Wärme um 30° C, ſo ürde damit ſein Volumen um $\frac{30}{273} = 0{,}003663 \cdot 30 = 0{,}10989$ cbm ergrößert, in Summa alſo 1,10989 cbm betragen.

Nehmen wir weiter an, der Kubikmeter befinde ſich in einer öhe von 670 mm und ſteige auf Veranlaſſung der Erwärmung es Gaſes bis auf 590 mm.

Das Volumen deſſelben beträgt alsdann:

$$\text{bei } 670 \text{ mm Höhe} = \frac{760}{670} = 1{,}13 \text{ cbm},$$

$$\text{„ } 590 \text{ „ „} = \frac{760}{590} = 1{,}28 \text{ „}$$

Alles was nun in der Hülle von 1 cbm über dieſes Maß naus ſich ausdehnt, muß verloren gehen. Für den 1 cbm be- ägt demnach der Gasverluſt bei dieſer Erwärmung und dieſem ufſtieg im Ganzen $0{,}10989 + (1{,}28 - 1{,}13)$ cbm $= 0{,}25989$ cbm, ſo etwas über $^1/_4$ cbm.

Berechnet man den Auftrieb von 1 cbm Leuchtgas zu 0,65 kg
„ 1 „ Waſſerſtoff „ 1,00 „
entſpricht obiger Gasverluſt einem Ballaſtgewicht
von 0,1689 kg bei Leuchtgas
und 0,2599 „ „ Waſſerſtoffgas.

Nach dieſen Zahlen möge man ſich die Gasverluſte für jede iebige Ballongröße durch Multiplikation ermitteln.

Anmerkung. Die Wärmeänderungen durch Ausdehnung und Zuſammenziehung des Gaſes infolge von Luftdruckänderungen ſind hierbei als unweſentlich unbeachtet gelaſſen.

Solange der Ballon noch keine großen Höhen erreicht hat, uß der Luftſchiffer auch auf von der Erde kommende Gleich- wichtsſtörungen gefaßt ſein. Die von der Erdoberfläche zurück- ſtrahlte Wärme, welche je nach der Beſchaffenheit, der Be- lanzung und Kultur des Erdbodens eine verſchiedene iſt, giebt r Ballon wie ein empfindſames Inſtrument durch Gleichgewichts- hwankungen kund. Gerade aber dieſe Schwankungen nach ab- ärts ſind für den Dauerfahrer ſo ſehr gefährlich, weil nach nten hin die Ballonhülle nicht mehr mit Gas ausgefüllt bleibt,

[illegible] Veranlassung [illegible] hierdurch bedingten [illegible] beschleunigenden [illegible] Volumenvergrößerung, welche so [illegible] ist, und welche [illegible] Kraft über [illegible]

[illegible] direkter Berührung [illegible] Hagel u. s. w. und [illegible] die Dauerfahrt sorgfältig [illegible]

[illegible] es sich, den Ballon [illegible] Auftrieb hat, und [illegible] den Sand auswerfen [illegible] Ballon, um gleiche [illegible] Leuchtgasballon [illegible]

[illegible] Hochfahrten. Hochfahrten bilden den Gegensatz von Dauerfahrten. Die Fahrtechnik ist daher bei ihnen eine wesentlich andere, sie ist viel einfacher. Eine Hochfahrt wird angewendet, da wo es auf eine schnelle Orientirung ankommt. Daraus ergiebt sich, daß Alles bei ihr mit Schnelligkeit von statten gehen muß. Der zu erstrebenden Höhe muß eine Grenze gesetzt werden, soweit das Gewicht des Ballonmaterials solche nicht von selbst giebt, weil in Höhen über [illegible] das Leben der Luftschiffer gefährdet ist. Die zu beachtende Vorschrift beschränkt sich darauf, den Ballon derartig zu füllen, daß er erst in der erreichbaren höchsten Höhe sein Volumen ausfüllt.

Zur Uebung gelangen hierbei:

1. Das Berechnen der höchsten erreichbaren Höhe eines ausgerüsteten Ballons unter Berücksichtigung der zum sicheren Landen aufzubewahrenden Ballastmasse.
2. Die zum Erreichen dieser Höhe erforderliche Gasfüllung.

c) Weitfahrten und Schnellfahrten. Wenn der junge Luftschiffer durch Dauerfahrten gelernt hat, den Ballast richtig zu gebrauchen, muß man danach trachten, daß er nun auch den Wind in verschiedenen Luftschichten richtig erkennen und ausnutzen lerne und daß er außer der Flugbahn seines Ballons gleichzeitig

uch deſſen Weg auf der Landkarte gewiſſenhaft verfolge. Hierzu llen die Weit- und Schnellfahrten dienen, welche ſich von nander inſofern unterſcheiden, als bei Erſteren der zurückgelegte Weg, bei Letzteren die Zeit, innerhalb welcher ein beſtimmter Weg rückgelegt wird, die zu ihrer Beurtheilung maßgebenden Faktoren lden.

Es ſind dies Fahrten, die am zweckmäßigſten von zwei oder ehreren Ballons gleichzeitig unternommen werden, Fahrten, elche den Ehrgeiz fördern und den Sinn für die ſcharfe Beob- htung aller für ſolche Fahrten in Betracht kommenden Himmels- ichen entwickeln. Der Luftſchiffer-Rekrut, welcher bis dahin in er Dauerfahrt einen bequemen Leitfaden für einen langen ufenthalt in den Lüften erhalten hat, wird jetzt gezwungen, on dieſem unter Umſtänden abzuweichen; er lernt auf Grund iner Beobachtungen und Erfahrungen einen ſchnellen Entſchluß ſſen, er lernt, etwas zu wagen.

Ueber die Richtungsänderung und Schnelligkeitsverſchieden- iten höherer Luftſchichten geben uns häufig die Wolken Auf- luß. Handelt es ſich um Weitfahrten, ſo wird derjenige im ortheil ſein, welcher die ſchnellſte Strömung zuerſt auffindet. ie Fahrt iſt dabei unabhängig von der Richtung. Bei einer chnellfahrt hinwiederum, der ein beſtimmtes Ziel vorgezeichnet rd, muß der Luftſchiffer bemüht bleiben, ſich in der ſchnellſten d günſtigſten Luftſtrömung zu halten, damit er nicht weit ab m Ziele verſchlagen wird. Das Glück ſpielt bei dieſen Fahrten ſentlich mit, denn es kann beiſpielsweiſe vorkommen, daß ein Luft- hrer, der bei der Weitfahrt in höherer Schicht dem anderen vor- sgekommen iſt, plötzlich von einem Regenſchauer überraſcht und m Landen gezwungen wird, während die hinter ihm tiefer hrenden, welche noch über größere Ballaſtmaſſen verfügen, ohne egen durchkommen und ihn infolge deſſen überholen. Jedenfalls rd man zugeben müſſen, daß ſich aus ſolchen Fahrten ein friſcher d geſunder Luftſchiffergeiſt entwickeln kann.

d) Schleppfahrten. Unter Schleppfahrten ſind ſolche hrten zu verſtehen, welche mit Benutzung eines langen Schlepp- ues geſchehen. Sie ſind wohl zu unterſcheiden von Schleif- hrten, die unbeabſichtigt beim Landen vorkommen, bei welchen r ganze Ballon über die Erde geſchleift wird, wenn die Anker- räthe ihren Dienſt verſagen. Schleppfahrten, dieſer Name ſcheint

uns der passendste zu sein, sind eine französische Erfindung und setzen einen besonders konstruirten und ausgerüsteten Ballon voraus.

Der zu Grunde liegende Gedanke ist folgender:

Der Ballon ist mit einem einige Hundert Meter langen und verhältnißmäßig schweren Schlepptau ausgerüstet und wird so abgewogen, daß das Ende jenes Schlepptaues nach erfolgtem Aufstiege noch auf dem Erdboden schleppt. Der Ballon braucht weiterhin nicht mit Ballast versehen werden, weil das Schlepptau den Ballast vertritt. Senkt sich der Ballon infolge von Gasverlusten, so verlängert sich das schleppende Ende und die hieraus entstehende Entlastung hält ihn von Neuem im Gleichgewicht. Um auch Gleichgewichtsstörungen nach oben aufzuheben, ist der Ballon im Innern mit einem Luftsack versehen, der vom Korbe aus mittelst eines Ventilators mit Luft gefüllt werden kann. Der Luftsack erfüllt seine Aufgabe, indem durch seine allmähliche Füllung der in der Hülle durch Gasverluste entstehende Raum immer wieder ausgefüllt wird. Die Ballonhülle bleibt auf diese Weise stets voll und straff gefüllt, ihr Auftrieb kann sich nicht durch Volumenvergrößerung infolge Ausdehnung des Gases ändern. Einer Vermehrung des Auftriebs durch Erwärmung und folglich Verdünnung des Gases wirkt aber die beim Aufsteigen vom Erdboden abgehobene Last des Schlepptaues wieder entgegen.

Das Schlepptau muß möglichst glatt sein, damit es mit geringer Reibung über das Gelände schleppt, sich nirgends verhestelt und die Fahrgeschwindigkeit des Ballons wenig beeinträchtigt.

Zur Sicherheit, um über besondere Hindernisse hinüberzukommen, giebt man dem Ballon aber jedesmal auch einige Säcke Sandballast mit, welche ihn nach Bedarf zu einer gewöhnlichen Freifahrt befähigen.

Die Art des Fahrens ist jedenfalls sehr eigenartig und verdient geübt zu werden, denn es ist klar, daß hierbei der Substanzverlust, welcher im Allgemeinen Fahrtdauer und Fahrtlänge bestimmt, ein sehr geringer ist; er beschränkt sich, wenn die Schleppfahrt nicht durch Freifahrten unterbrochen wird, auf den Gasverlust infolge von Penetration durch den Stoff. Man wird also mit Schleppfahrten die längsten Dauer- und Weitfahrten unternehmen können.

e) Die Landung. Der gefürchtetste Theil jeder Ballonfahrt ist die Landung. Eine theoretische Unterweisung hierin ist ausgeschlossen. Dem jungen Luftschiffer wird beigebracht, wie er sein Ankertau klar zu halten und den Anker herabzulassen hat. In allem Folgenden muß man sich diesem werthvollen Instrument vollständig anvertrauen. Es ist zwar unzuverlässig, aber es verkörpert trotzdem immer die besten Hoffnungen des Luftschiffers in sich. Die Schleiffahrten werden neuerdings durch allgemeine Einführung von Reißleinen immer seltener. Der Gebrauch dieser gefährlichen Vorrichtung bedarf aber ganz besonderer Vorsicht; auch bedeutet es eine Schande für einen Luftschiffer, sie anders als in Zeiten höchster Noth und Gefahr zu benutzen.

4. Taktische Fahrten.

Nach Vollendung der schulmäßigen Ausbildung müssen wir an deren taktische Verwerthung denken und die neuen Luftschiffer für ihre besonderen militärischen Aufgaben gründlich vorbereiten. Für verschiedene dieser Aufgaben wird man sich immer gut geschulter Luftschifferoffiziere bedienen müssen; so ganz besonders für freie Erkundungsfahrten im Feld- oder Seekriege, die sich gewöhnlich als in möglichst kurzer Zeit auszuführende Hochfahrten charakterisiren.

Den größten Wechsel in den Aufgaben bietet aber der Festungskrieg; hier können alle möglichen Lagen auf die Fahrkunst selbst ihren Einfluß ausüben.

Es empfiehlt sich beispielsweise, einem über die Stadt fahrenden Luftschiffer vorzuschreiben, in welcher Höhe er dieselbe passiren muß und was er von derselben während der Fahrt photographisch aufzunehmen hat. Man kann weiter Aufgaben in folgender Form geben:

Generalidee: Die Festung A ist vom Feinde eingeschlossen; alle Verbindungen, ausgenommen die Ballon- und Brieftaubenpost, sind aufgehoben.

Spezialidee: Nach Brieftaubendepeschen war der Feind am 10. Juni östlich bis an die Linie B, C, D vorgedrungen.

Auftrag. Die Luftschifferabtheilung hat baldmöglichst nach E Staatsdepeschen und 50 Brieftauben zu besorgen.

gez. F.
Generalmajor und Gouverneur.

Mit solchen Fahrten lassen sich recht gut Uebungen der in den Festungen vorhandenen Brieftauben verbinden.

Bedenkt man, welchen enormen Umfang einige der heutigen modernen Lagerfestungen haben, wie sie derartig angelegt sind, daß sie auch durch ein Bombardement nicht mehr vollständig unter Feuer gehalten werden können, so wird auch der Gedanke von Uchatius, Bombenballons, oder wie sie heute heißen, Ballontorpedos zu benutzen, wieder eine große Existenzberechtigung erhalten. Vor Venedig schritt man zu ihrer Verwendung, weil die damaligen glatten Geschütze die Stadt mit ihren Geschossen nicht erreichen konnten. Heute sind wir trotz unserer so weittragenden gezogenen Geschütze wegen der großen Durchmesser der Festungen wieder in der gleichen Lage, wir haben aber sowohl in der Kenntniß des Ballonwesens als auch in der Fabrikation von Sprengstoffen ganz erhebliche Fortschritte gemacht; man kann den modernen Ballontorpedos, die durch ein schneidiges Luftschifferkorps über den empfindlichsten Stellen der Festung losgelassen werden, wohl das günstigste Prognostikon ausstellen.

Diese Torpedoballons dürften nicht mehr zurückfliegen und wie 1849 vor Venedig die eigene Armee gefährden, sie würden aber Entsetzen und Schrecken unter der Garnison und Bevölkerung der Festung verbreiten und deren Uebergabe bei konsequenter Durchführung einer solcher Kampfesweise ganz wesentlich beschleunigen. Die Uebungen mit Ballontorpedos müssen sicherlich zu den Hauptübungen einer Luftschifferabtheilung gerechnet werden, sie erheben dieselbe erst zu einer kämpfenden Waffe. Und was sollte uns daran hindern, diese Taktik zu betreiben? Wir wüßten heutzutage weder moralische Bedenken noch technische Schwierigkeiten, die uns davon abhalten könnten.

Von einigem Werth für die taktischen Fahrten im Kriege sind die solche fördernden Friedensvorbereitungen, welche in der statistischen Aufzeichnung der in bezw. vor Festungen herrschenden Windrichtungen und Windstärken in den verschiedenen Monaten zu suchen sind. Mit Hülfe solcher Aufzeichnungen kann man sich

die günstigsten Standorte zu Erkundungsfahrten für die betreffenden Monate annähernd bestimmen und bald einrichten. Auch gewähren sie einen gewissen Anhalt dafür, wie häufig sich der Fesselballon wird gebrauchen lassen, was für die rechtzeitige Herbeischaffung neuer Gasvorräthe nicht bedeutungslos ist.

VI. Der Unterricht.

Alles was zur Kenntniß, Behandlung und sachgemäßen Verwendung des Materials erforderlich ist, muß Unteroffizieren und Mannschaften gelehrt werden. Das ist so selbstverständlich, daß es hierüber keiner näheren Erörterung bedarf.

Was dahingegen hier eingehender behandelt werden soll, ist der Unterricht der Offiziere und älteren Unteroffiziere, welchen die selbständige Leitung von Fessel- und Freiballons anvertraut wird. Unsere Nachbarn im Osten und Westen betreiben den Unterricht in beachtenswerther, wissenschaftlicher Weise. Die gelehrten Veröffentlichungen des Oberst Pomortzeff in Petersburg, sowie des Majors Rénard in Chalais-Meudon legen hiervon ein beredtes Zeugniß ab. Zweifelsohne wird die Aëronautik durch solche gründliche, wissenschaftliche Behandlung sehr gefördert, ob aber der Zuhörerkreis hierfür durchgängig die genügende Vorbildung und das richtige Verständniß mitbringt, erscheint uns recht fraglich.

Wir meinen auch, daß Charakter und praktisches Wissen und Können für den Soldaten viel mehr werth sind, als eine Sammlung aller möglichen Formeln, denn wir brauchen im Kriege keine Gelehrten, welche grübeln, erfinden und lange hin und her versuchen, wir brauchen Handwerker, welche sofort wissen, was sie sollen, frisch ans Werk gehen und ihre Arbeit schnell beenden. Von diesem Standpunkte ausgehend, halten wir es für angezeigt, den Unterricht so leicht faßlich und so anregend wie irgend möglich zu gestalten.

Wie man heutzutage beim Erlernen einer Sprache nicht mehr mit der Grammatik beginnt, sondern die Schüler sofort mitten in den Gedankengang des fremden Idioms hineinversetzt und ihnen hierdurch gleichsam spielend die Syntax beibringt, so soll auch der Luftschifferunterricht eingerichtet werden. Ob der Luftschiffer im gefesselten oder freien Ballon thätig ist, die Luft bleibt für ihn

das Element, dessen Eigenthümlichkeiten und dessen Einflüsse auf sein Fahrzeug er in erster Linie und gründlich kennen lernen muß.

Das beste Bildungsmittel für den Unterricht von Offizieren und älteren Unteroffizieren gewähren daher die Bearbeitungen und kritischen Besprechungen der Freifahrten.

Diese Fahrten müssen wissenschaftlich bearbeitet und im Offizierkorps vorgetragen, besprochen und kritisirt werden. Eine ganz irrige Anschauung, welche sich immer mehr breit zu machen scheint, ist die, daß die für meteorologische Zwecke unternommenen Ballonfahrten allein wissenschaftliche seien. Die militärischen Freifahrten sind es mit derselben Berechtigung. Beide haben eine genaue Ablesung tadelloser Instrumente als gemeinsame Grundlage. Ihre Ziele gehen erst auseinander bei der Verwerthung dieser Ablesungen. Der Soldat bezw. Luftschiffer soll die gefundenen Zahlen sofort und lediglich zu Diensten seiner Fahrkunst verwerthen, der meteorologische Gelehrte andererseits sammelt nur wissenschaftliches Material über den Zustand der Atmosphäre, welches er daheim in aller Ruhe ausarbeitet und zur weiteren Erforschung der Physik der Atmosphäre ausnutzt.

Die nachträglichen Bearbeitungen der Luftschiffer tragen den Charakter einer wissenschaftlichen Rechtfertigung ihres Fahrens; aus ihrer Begründung und Kritik sollen Alle lernen. Dabei handelt es sich nicht um die weitere Ausbildung der Fahrkunst, sondern vielmehr um die Ausbildung der Fahrenden. Es sollen weiterhin die mannigfachen einzelnen Erfahrungen gesammelt und aus ihnen allgemeine Lehren für die Fortbildung der Luftfahrer gezogen werden.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, ist es natürlich zunächst dringend erforderlich, daß die Grundzüge für die Bearbeitung der Freifahrten festgesetzt und gewissenhaft beibehalten werden, und daß diese so einfach wie nur möglich sind und nur den militärischen Zweck, d. i. die Fahrkunst, berücksichtigen. Alle meteorologischen Beobachtungen haben sich in diesem Falle der Fahrkunst unterzuordnen. Dabei muß daran festgehalten werden, daß Instrumente und Beobachtungen mit jenen der meteorologischen Fahrten gleichwerthig sein müssen; das Tagebuch jeder Fahrt soll, einem Meteorologen zur Bearbeitung übergeben, diesem ebenfalls ein werthvolles Material zur Fortentwickelung seiner Wissenschaft bieten, ungeachtet dessen, daß die Anzahl der Instru-

mente eine beschränktere sein muß. Die Vorbedingung hierfür ist eine gründliche Unterweisung in der Konstruktion und praktische Uebung in der Behandlung und Benutzung der zum Fahren nöthigen Instrumente.

Die Beobachtungen während der Fahrt werden in eine Tabelle eingetragen, soweit sie nicht, was sehr praktisch ist, durch Registrirapparate sofort aufgezeichnet werden.

Alle diese Daten benutzt der Luftfahrende zunächst zur graphischen Darstellung seiner Fahrt im Aufriß und Grundriß. Auf die Ordinatenachse trägt er die Höhen, auf die Abszissenachse die Wegelängen ab; die Zeiten schreibt er an die Wegestellen, wo er sie beobachtet hat, heran. Es werden ferner alle Beobachtungen über Wolken, Aureolen, Regen, Schnee, Hagel, Graupeln u. s. w. in den üblichen Signaturen eingetragen. Ueber diese Fahrtenkurve werden unter Benutzung derselben Abszissenachse die Thermometerkurven vom trockenen, feuchten und eventuell Schwarzkugelthermometer eingezeichnet.

Ein Grundriß zeigt, wie die Projektion der Flugbahn auf dem überflogenen Gelände aussieht, er giebt die verschiedenen Windrichtungen wieder und im Vergleich mit dem Aufriß weiterhin Aufschluß darüber, ob und wie das Gelände auf die Fahrt eingewirkt hat.

So sind die zur Zeit allgemein üblichen graphischen Darstellungen, welche über den Verlauf der Fahrt die beste Orientirung bieten. Zur Kritik der Fahrkunst zum Vergleich der Fahrten untereinander in fahrtechnischer Beziehung wird aber noch eine weitere Reihe von Graphikons erforderlich.

Für einen kritischen Vergleich muß man allen Fahrten einen gleichen Maßstab zu Grunde legen; solcher Vergleich ist indeß nur durchführbar für Fahrten, die unter denselben äußeren Verhältnissen zur Ausführung gekommen sind. Man kann nicht eine Nacht- und eine Tagesfahrt miteinander vergleichen, um daraus für die Geschicklichkeit des einen oder des anderen Luftschiffers einen Schluß zu ziehen. Dahingegen kann man sehr wohl mehrere gleichzeitige Auffahrten in dieser Richtung mit Hoffnung auf ein richtiges Resultat prüfen, wenn die Ballons gleiches Füllgas haben und die Verschiedenheiten der Größen und Gewichte der Ballons ausgeschaltet werden. Dies läßt sich leicht bewerkstelligen, indem man das zu hebende Gewicht für 1 cbm Gas von jedem Ballon

festſtellt. Das iſt $= \frac{\text{Gewicht des Ballons mit Inſaſſen}}{\text{Volumen}} = \frac{G}{v}$.
Bringt man dieſe Zahl von dem Auftrieb pro 1 cbm in Abzug, ſo erhält man diejenige Ballaſtmaſſe, welche der Ballon pro 1 cbm aufnehmen muß, um auf dem Erdboden im Gleichgewicht zu ſein.

Für Dauerfahrten muß nun ein Diagramm, welches auf der ſo gefundenen Ballaſtmaſſe pro 1 cbm beruht, gezeichnet werden. In dieſem Letzteren bilden die Ballaſtgewichte die Ordinaten, die Minuten die Abſziſſen. In Anlehnung an die Arbeit von Hoerneß „Ueber Ballonbeobachtungen und deren graphiſche Darſtellung ꝛc." würde man dieſes Graphikon ein Minuten-Ballaſtprofil nennen können.

Die hierbei ſich ergebenden Kurven bringen aber den Ballaſtverbrauch nicht allein zum Ausdruck, ſie zeigen auch außerdem die Wärmeeinflüſſe auf den Ballon, welche, wie wir gezeigt haben, den Ballaſtverbrauch weſentlich beeinfluſſen. Die Benennung nach der Methode Hoerneß iſt daher ſtreng genommen hier keine zutreffende, man müßte ſie vielmehr kurz „Dauerfahrtskurve" nennen, weil dieſe Wärmeeinflüſſe ſich nicht eliminiren laſſen; andererſeits liegt eine Berechtigung vor, letztere mit aufzunehmen, weil ſie doch bei den Dauerfahrten vom Luftſchiffer mit in Betracht gezogen werden ſollen. Um Dauerfahrten, welche zu verſchiedenen Zeiten ſtattgefunden haben, miteinander vergleichen zu können, müßten auch die Wärmeſchwankungen des Füllgaſes aufgezeichnet werden; hierzu wären Thermographen, innerhalb des Ballons angebracht, gut verwendbar.

Ein Vergleich vieler zu verſchiedenen Jahres- und Tageszeiten unternommenen Dauerfahrten dürfte lehrreiche Ergebniſſe darüber liefern, wann die äußeren Einflüſſe im Durchſchnitt günſtiger oder ungünſtiger auf die Fahrt einwirken.

Für Hochfahrten beſchränkt ſich der Vortrag auf eine Darlegung und Kritik der Richtigkeit der getroffenen Maßnahmen, welche durch ein Zeit-Höhenprofil illuſtrirt werden.

Für Weitfahrten muß ein Kilometer-Ballaſtprofil, zur Beurtheilung von Schnellfahrten ein Minuten-Kilometerprofil konſtruirt werden. Diejenige Ballaſtmaſſe, welche auf 1 cbm des Füllgaſes eines Ballons berechnet zum Auswurf verfügbar iſt, nennen wir „Ballaſtverhältniß". Beim Vergleich mehrerer Fahrten wird die Kurve erſt von der Stelle ab eingezeichnet, wo die

Ballastverhältnisse aller Ballons miteinander gleich sind, oder mit anderen Worten, das ungünstigste Ballastverhältniß wird zu Grunde gelegt als Ausgangspunkt für den Vergleich sämmtlicher Fahrten miteinander.

Schleppfahrten erfordern keine besondere Fahrkunst. Aus den hierbei stattfindenden Höhenschwankungen des Ballons lassen sich aber lehrreiche Schlüsse ziehen über die Einwirkungen der Wärme und der lokalen Luftströmungen auf denselben. Es wäre angebracht, das Schlepptau mit leicht erkennbaren Marken zu versehen, welche die am Erdboden aufliegende Länge während der Fahrt abzulesen gestatteten.

Bei Beurtheilung der taktischen Fahrten ist in erster Linie die Lösung der taktischen Aufgabe in Betracht zu ziehen, dieser muß sich hierbei die Fahrkunst in jeder Beziehung unterordnen; es kann daher bei solchen ein häufiger Wechsel zwischen den verschiedenen Arten der Schulfahrten eintreten. Die Beschäftigung mit dem speziellen taktischen Auftrage bringt es außerdem mit sich, daß bei diesen Fahrten die Instrumente nicht mit derselben Sorgfalt wie bei den Schulfahrten abgelesen werden können. Am Schluß des Jahres kann man dann zweckmäßigerweise die gemachten Erfahrungen über das Fahren, über Wolkenbeobachtungen u. s. w. durch geeignete Offiziere zusammenstellen und ausarbeiten lassen.

In dieser Weise gehandhabt, wird der Vortrag den Ehrgeiz der Luftfahrenden dauernd anregen und ihnen das Freifahren nicht allein seiner Romantik, sondern ebenso seiner Wissenschaftlichkeit wegen zum interessantesten Dienst machen.

Schlußwort.

Mit der weiteren Entwickelung der Militär-Luftschifffahrt wird naturgemäß der Luftschifferdienst vielen Aenderungen ausgesetzt sein. Wir haben bereits angedeutet, wie heute die Verwendung des Ballons als Waffe von Neuem der Beachtung werth erscheint. Auch die nächtliche elektrische Beleuchtung von oben herab dürfte nicht mehr tief im Schooße der Zukunft vergraben liegen, nachdem es gelungen ist, starke elektrische Ströme durch dünne Leitungsdrähte auf große Entfernungen zu übertragen

und nachdem das Aluminium ſo billig geworden iſt, daß n
anſtandslos zur Herſtellung maſſiver Theile der Lampe benutze

Endlich wird die Militär-Aëronautik dauernd dahin
müſſen, ein modernen Anforderungen entſprechendes Luftſ
ſchaffen oder, wie manche mit Vorliebe ſagen, eine Flugm
– Wie die Kriegführung ſich dann geſtalten wird, übe
wir vorläufig der Phantaſie der freundlichen Leſer.

XVII.

Beitrag zur äußeren Ballistik der Langgeschosse.

Von

Engelhardt,
Oberstlieutenant a. D.

(Schluß.)

---

§ 12. Bewegung des Geschoßschwerpunktes im Aufriß auf die lothrechte Schußebene bei kleinen Abweichungen der Geschoßlängenachse von der Flugbahnberührenden.

Im Vorgehenden mußte auch zur Untersuchung der Eigenbewegung des Geschosses auf die Verhältnisse der Bewegung seines Schwerpunktes eingegangen werden. Im Folgenden soll nun die letztere im Zusammenhang und zwar zunächst in ihrem Aufriß auf die lothrechte Schußebene abgeleitet werden. Hierbei sei wieder auf die vereinfachten Gleichungen (7) des § 3 zurückgegangen, welche bei kleinen Abweichungen der Geschoßachse gegen die Tangenten, um die Bewegung mit ausreichender Genauigkeit zu berechnen.

Die hier angewandte Weise der Behandlung ist eine derartige, daß sie für Flugbahnen jeder Art von Krümmung anwendbar ist. Der Einfluß der Größen δ und λ ist hierbei freilich ganz vernachlässigt.

Ist wieder die Beschleunigung des Gesammtluftwiderstandes in der Flugbahnberührenden angenommen zu:

(1) $\qquad w = \frac{v^n}{q^{n-1}}$ (§ 11 (5)), so war gefunden aus:

(2) $\qquad x'' = -\frac{v^n}{q^{n-1}} \frac{v_x}{v}$

(3) $$y'' = -g - \frac{v^n}{q^{n-1}} \cdot \frac{v_y}{v}$$

(4) $$\operatorname{tg}\vartheta = \frac{v_y}{v_x} \text{ in § 11 (2):}$$

(5) $$\vartheta' = -\frac{g\cos^2\vartheta}{v_x} \text{ oder auch nach (2):}$$

$$\frac{d\vartheta}{dv_x} \cdot x'' = -\frac{v_x^n}{q^{n-1}} \cdot \frac{1}{\cos^{n-1}\vartheta} \cdot \frac{d\vartheta}{dv_x} = -\frac{g}{v_x}\cos^2\vartheta$$

$$\frac{1}{\cos^{n+1}\vartheta}\,\frac{d\vartheta}{dv_x} = gq^{n-1} \cdot \frac{1}{v_x^{n+1}},$$

und durch Integrirung, wenn die Anfangswerthe von ϑ und v_x durch die Zeiger $_0$ angedeutet werden:

(6) $$\int_{\vartheta}^{\vartheta_0} \frac{d\vartheta}{\cos^{n+1}\vartheta} = gq^{n-1} \left(\frac{\frac{1}{v_x^n} - \frac{1}{v_{x_0}^n}}{n} \right);$$

wo also v_x als Funktion von ϑ und zwar bei ganzem n in geschlossener Form ausdrückbar ist. Man ersieht auch leicht, daß die anderen Größen der Flugbahn t, x und y als Funktionen von ϑ dargestellt werden können, wie anderweitig bekannt ist. Die dann vorkommenden Integrale sind aber in geschlossener Form nicht darstellbar, so daß bei der Berechnung doch zu umständlichen Näherungen geschritten werden muß. Deshalb soll hier ein anderes Verfahren angewandt werden. Es ist nach (5) auch:

$$\frac{d(\operatorname{tg}\vartheta)}{dt} = \frac{d(\operatorname{tg}\vartheta)}{dv_x} \cdot x'' = -\frac{g}{v_x}, \text{ d. i.}$$

$$\frac{d(\operatorname{tg}\vartheta)}{dv_x} = gq^{n-1}\frac{\cos^{n-1}\vartheta}{v_x^{n+1}}.$$

Integrirt man jetzt, zwischen ϑ_0 und ϑ, bezw. v_{x_0} und v_x und ersetzt man hierbei $\cos^{n-1}\vartheta$ durch einen Mittelwerth, für welchen man einfach die Form $\frac{\cos^{n-1}\vartheta_0 + \cos^{n-1}\vartheta}{2}$ wählt, so ist:

(6a) $$\operatorname{tg}\vartheta = \operatorname{tg}\vartheta_0 - gq^{n-1}\frac{(\cos^{n-1}\vartheta_0 + \cos^{n-1}\vartheta)}{2}\left(\frac{\frac{1}{v_x^n} - \frac{1}{v_{x_0}^n}}{n}\right).$$

Es wird sich nun darum handeln, festzustellen, unter welchen Verhältnissen die angenäherte Gleichung (6a) an Stelle der streng richtigen (6) zulässig erscheint.

Der Ausdruck:

$$(7) \qquad F(\vartheta_0, \vartheta) = \frac{2(\operatorname{tg}\vartheta_0 - \operatorname{tg}\vartheta)}{\cos^{n-1}\vartheta_0 + \cos^{n-1}\vartheta} - \int_{\vartheta}^{\vartheta_0} \frac{d\vartheta}{\cos^{n+1}\vartheta}$$

bildet geradezu den Maßstab des bei der Anwendung von (6a) gemachten Fehlers, welcher bestimmt um so größer sein wird, je mehr ϑ von ϑ_0 abweicht. Wird $\vartheta = 0$, welches dem Scheitel der Bahn entspricht, so ist (wenn die Striche jetzt die Ableitungen nach ϑ_0 andeuten):

$$(8) \qquad F(\vartheta_0, 0) = \frac{2\operatorname{tg}\vartheta_0}{1 + \cos^{n-1}\vartheta_0} - \int_{0}^{\vartheta_0} \frac{d\vartheta}{\cos^{n+1}\vartheta}$$

$$= F(0,0) + \vartheta_0 F'(0,0) + \frac{\vartheta_0^2}{2} F''(0,0) + \frac{\vartheta_0^3}{2} F'''(\mu\vartheta_0, 0)$$

$(0 < \mu < 1)$ Nun ist aber, wie man findet

$$F(0,0) = 0, \quad F'(0,0) = 0, \quad F''(0,0) = 0 \text{ und } F'''(\mu\vartheta_0, 0) < \frac{n-1}{2}$$

so daß der Fehler äußersten Falles, d. h. wenn ϑ von der Erhöhung bis zum Scheitel abnimmt:

$$F(0,0) < \frac{n-1}{12}\vartheta_0^3$$

sein wird.

Wird also n nicht größer als 4 gewählt, so ersieht man, daß die gewählte Näherung bis $\vartheta_0 = \frac{\pi}{12}$ $(= 15°)$ über das praktische Bedürfniß genau ist, so daß man in diesem Falle sogar den Mittelwerth zu $\frac{1 + \cos^{n-1}\vartheta_0}{2}$ für die ganze Flugbahn konstant annehmen darf, da der cos des Fallwinkels nicht sehr von dem der Erhöhung abweichen wird.

Für Erhöhungen zwischen $\frac{\pi}{12}$ und $\frac{\pi}{6}$ $(15°$ und $30°)$ genügt die Näherung noch selbst bei $n = 4$, und erscheint sogar bei

Erhöhungen zwischen $\frac{\pi}{6}$ und $\frac{\pi}{3}$ (30° und 60°) noch ohne merklichen Fehler brauchbar, wenn man $n = 2$ wählt, was aus anderen Gründen gerade bei gekrümmten Bahnen zulässig erscheint.

Für Erhöhungen über 15° würde also eine Theilung der Berechnung für den aufsteigenden und absteigenden Ast zu erfolgen haben.

Aus (2) ergiebt sich nun

$$\frac{dt}{dv_x} = -\frac{q^{n-1}}{v_x^n}\cos^{n-1}\vartheta,$$

woraus sich näherungsweise ergiebt, da für $t = o$, $v_x = v_{x_o}$ sein soll:

$$(9)\quad t = q^{n-1}\,\frac{(\cos^{n-1}\vartheta_o + \cos^{n-1}\vartheta)}{2}\left(\frac{\frac{1}{v_x^{n-1}} - \frac{1}{v_{x_o}^{n-1}}}{n-1}\right).$$

Da $x'' = v_x\,\frac{dv_x}{d_x}$ ist, folgt aus (2)

$$(10)\quad \frac{dx}{dv_x} = -q^{n-1}\,\frac{\cos^{n-1}\vartheta}{v_x^{n-1}}$$ und, für $x = o$ $v_x = v_{x_o}$: ebenso:

$$(11)\quad x = q^{n-1}\,\frac{(\cos^{n-1}\vartheta_o + \cos^{n-1}\vartheta)}{2}\left(\frac{\frac{1}{v_x^{n-2}} - \frac{1}{v_{x_o}^{n-2}}}{n-2}\right)$$

Da $\operatorname{tg}\vartheta = \frac{dy}{dx}$, so folgt aus (6a):

$$y = \operatorname{tg}\vartheta_o\,x - gq^{n-1}\left(\frac{\cos^{n-1}\vartheta_o + \cos^{n-1}\vartheta}{2}\right)\int_o^x\left(\frac{\frac{1}{v_x^n} - \frac{1}{v_{x_o}^n}}{n}\right)$$

und nach (10):

$$y = \operatorname{tg}\vartheta_o\,x + \frac{gq^{2n-2}}{n}\left(\frac{\cos^{n-1}\vartheta_o + \cos^{n-1}\vartheta}{2}\right)^2 \int_{v_{x_o}}^{v_x}\left(\frac{1}{v_x^{2n-1}} - \frac{1}{v_{x_o}^n\,v_x^{n-1}}\right)dv_x$$

also

$$(12)\quad y = \operatorname{tg}\vartheta_o\,x - \frac{gq^{2n-2}}{2n^{(n-1)(n-2)}}\left(\frac{\cos^{n-1}\vartheta_o + \cos^{n-1}\vartheta}{2}\right)^2 \left(\frac{(n-2)}{v_x^{2n-2}} - \frac{(2n-2)}{v_{x_o}^n\,v_x^{n-2}} + \frac{n}{v_{x_o}^{2n-2}}\right).$$

In den Näherungsformeln (9), (11) und (12) sind, wie eine nähere Untersuchung zeigt, die hier übergangen sei, die Fehler ebenfalls unerheblich, so daß die Zulässigkeit der Anwendnng unter den oben angeführten Verhältnissen unbedenklich ist.

Man führt nun zur Abkürzung ein:

13) $\frac{v_o^n}{q^{n-1}} = w_o$, wo w_o die Beschleunigung des Luftwiderstandes am Beginne der Bahn bedeutet:

14) $$\frac{\cos^{n-1}\vartheta_o + \cos^{n-1}\vartheta}{2} = \Theta(\vartheta_o, \vartheta)$$

15a) $$\frac{\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)^n - 1}{n} = \psi_1\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

15b) $$\frac{\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)^{n-1} - 1}{n-1} = \psi_2\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

15c) $$\frac{\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)^{n-2} - 1}{n-2} = \psi_3\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

15d) $$\frac{(n-2)\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)^{2n-2} - (2n-2)\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)^{n-2} + n}{2n\,(n-1)\,(n-2)} = \psi_4\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

Für im Besonderen für $n = 2$ die Formeln (15c) und (15d) welcher der scheinbar unbestimmten Form $\frac{0}{0}$ erscheinen, und dann sind:

15c$_1$) $$l\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right) = \psi_3\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

15d$_1$) $$\frac{\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)^2 - 1 - l\left[\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)^2\right]}{4} = \psi_4\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

Man erhält nun:

16) $$tg\,\vartheta = tg\,\vartheta_o - \frac{g}{w_o}\,\frac{\Theta(\vartheta_o, \vartheta)}{\cos^n\vartheta_o}\,\psi_1\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

17) $$t = \frac{v_o}{w_o}\cdot\frac{\Theta(\vartheta_o, \vartheta)}{\cos^{n-1}\vartheta_o}\,\psi_2\left(\frac{v_{x_o}}{v_x}\right)$$

(18) $$x = \frac{v_0^2}{w_0} \cdot \frac{\Theta(\vartheta_{01}, \vartheta)}{\cos^{n-2}\vartheta_0} \psi_3\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)$$

(19) $$y = \operatorname{tg}\vartheta_0 \, x - g\left(\frac{v_0}{w_0}\right)^2 \cdot \frac{[\Theta(\vartheta_{01}, \vartheta)]^2}{\cos^{2n-2}\vartheta_0} \cdot \psi_4\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right).$$

Es ist zu beachten, daß diese Formeln (16) bis (19) nur für Punkte des aufsteigenden Astes (also von $\vartheta = \vartheta_0$ bis $\vartheta = 0$) gelten, mit Ausnahme von Erhöhungen unter $\frac{\pi}{12}$ ($= 15°$), in welchem Falle auch an Stelle von $\Theta(\vartheta_{01}, \vartheta)$ das nach ϑ konstante $\Theta(\vartheta_{01}, 0)$ gesetzt werden darf, und die Gleichungen für die ganze Flugbahn anwendbar sind.

Für den Scheitel der Flugbahn hat man $\vartheta = 0$; es werde dann: $v_x = c$, $t = t_c$, $x = x_c$, $y = y_c$, und es ergiebt sich:

(16a) $$\operatorname{tg}\vartheta_0 = \frac{g}{w_0} \frac{\Theta(\vartheta_{01}, 0)}{\cos^n \vartheta_0} \psi_1\left(\frac{v_{x_0}}{c}\right)$$

(17a) $$t_c = \frac{v_0}{w_0} \frac{\Theta(\vartheta_{01}, 0)}{\cos^{n-1}\vartheta_0} \cdot \psi_2\left(\frac{v_{x_0}}{c}\right)$$

(18a) $$x_c = \frac{v_0^2}{w_0} \cdot \frac{\Theta(\vartheta_{01}, 0)}{\cos^{n-2}\vartheta_0} \cdot \psi_3\left(\frac{v_{x_0}}{c}\right)$$

(19a) $$y_c = \operatorname{tg}\vartheta_0 \, x_c - g\left(\frac{v_0}{w_0}\right)^2 \frac{[\Theta(\vartheta_{01}, 0)]^2}{\cos^{2n-2}\vartheta_0} \cdot \psi_4\left(\frac{v_{x_0}}{c}\right)$$

Für Punkte des absteigenden Astes hat man in (16) bis (20) zu setzen anstatt $\vartheta_0 : 0$, anstatt v_{x_0} und $v_0 : c$, anstatt w_0 (nach (13)) $\frac{c^n}{q^{n-1}} = w_0 \left(\frac{c}{v_{x_0}}\right)^n \cos^n \vartheta_0$. Man erhält unter Berücksichtigung, daß in diesem Falle die Anfangswerthe von t, x, y bezw. t_c, x_c, y_c sind:

(16a,) $$\operatorname{tg}\vartheta = -\frac{g}{w_0} \frac{\Theta(0, \vartheta)}{\cos^n \vartheta_0} \left(\frac{v_{x_0}}{c}\right)^n \psi_1\left(\frac{c}{v_x}\right)$$

(17a,) $$t = t_c + \frac{v_0}{w_0} \frac{\Theta(0, \vartheta)}{\cos^{n-1}\vartheta_0} \left(\frac{v_{x_0}}{c}\right)^{n-1} \psi_2\left(\frac{c}{v_x}\right)$$

(18a) $$x = x_c + \frac{v_0^2}{w_0} \frac{\Theta(0, \vartheta)}{\cos^{2n-2}\vartheta_0} \left(\frac{v_{x_0}}{c}\right)^{n-2} \psi_3\left(\frac{c}{v_x}\right)$$

(19a,) $$y = y_e - g\left(\frac{v_o}{w_o}\right)^2 \frac{[\Theta(o, \vartheta)]^2}{\cos^{2n-2}\vartheta_o}\left(\frac{v_{x_o}}{c}\right)^{2n-2} \cdot \eta_3\left(\frac{c}{v_x}\right).$$

Für den absteigenden Ast wird ϑ negativ, $\Theta(o, \vartheta)$ ist vom Vorzeichen von ϑ unabhängig.

§ 13. Berechnung der Flugbahngrößen nach den Formeln des vorigen Paragraphen.

Bei den praktischen Anwendungen der äußeren Ballistik treten vornehmlich die folgenden Aufgaben auf:

Bei bekannten Verhältnissen des Luftwiderstandes $\left(\frac{1}{q^{n-1}}\right)$ und einer bekannten Anfangsgeschwindigkeit v_o (also auch bei bekanntem $w_o = \frac{v_o^n}{q^{n-1}}$) zu berechnen:

I. bei gegebenem Abgangswinkel ϑ_o die Flugzeit t_1, die Schußweite x_1, die Steighöhe y_e und ihre zugehörige Abszisse x_e, der Fallwinkel: $-\vartheta_1$, die Endgeschwindigkeit v_1 und deren Beitrag nach der Wagerechten v_{x_1};

II. bei gegebener Schußweite x_1 vor Allem den zugehörigen Abgangswinkel ϑ_o und dann die übrigen unter I aufgeführten Größen.

Die Anwendung der im § 12 abgeleiteten Formeln soll hier für den schwierigeren Fall geschehen, bei welchem eine Zerlegung der Bahn am Scheitel geboten erscheint. Der andere Fall, wo die Berechnung der Flugbahn nach einheitlicher Formel geschehen kann, ist einfacher und aus Ersterem leicht zu entnehmen.

Zu I. Man findet zunächst, $v_{x_o} = v_o \cos\vartheta_o$ aus § 12 (16a) unter Berücksichtigung von (15a)

(1) $$\left(\frac{v_{x_o}}{c}\right)^n = 1 + \frac{n\, w_o}{g}\,\frac{\operatorname{tg}\vartheta_o \cos^n\vartheta_o}{\Theta(o, \vartheta_o)},$$

und hieraus leicht c, und nach (17a) bis (19a) t_e, x_e und y_e.

In den Gleichungen § 12 (16a,) bis (19a,) ist nun für das Ende der Bahn $\vartheta = -\vartheta_1$, $v_x = v_{x_1}$, $t = t_1$, $x = x_1$, $y = o$ zu setzen.

Entfernt man zwischen (16a,) und (19a,) unter Berücksichtigung der Bedeutung von ψ_1 und $\psi_4 \frac{c}{v_{x_1}}$ und nennt zur Abkürzung:

(2) $$\frac{n\,w_0}{g} \cos^n \vartheta_0 \left(\frac{c}{v_{x_0}}\right)^n = \alpha$$

(3) $$\frac{y_c}{g} \left(\frac{w_0}{v_0}\right)^2 \cos^{2n-2} \vartheta_0 \left(\frac{c}{v_{x_0}}\right)^{2n-2} = \beta,$$

wo α und β jetzt bekannte Zahlen sind, so entsteht für ϑ_1 die transcendente Gleichung:

(4) $$\psi_4 \left[\left(1 + \frac{\alpha \operatorname{tg} \vartheta_1}{\Theta(o, \vartheta_1)}\right)^{\frac{1}{n}}\right] - \frac{\beta}{[\Theta(o, \vartheta_1)]^2} = 0,$$

welche nun in bekannter Weise für ϑ_1 aufzulösen ist.

Für $n = 2$ ist

$$\psi_4 \left[\left(1 + \frac{\alpha \operatorname{tg} \vartheta_1}{\Theta(o, \vartheta_1)}\right)^{\frac{1}{2}}\right] = \frac{1}{4}\left[\frac{2\alpha \operatorname{tg} \vartheta_1}{1 + \cos \vartheta_1} - l\left(1 + \frac{2\alpha \operatorname{tg} \vartheta_1}{1 + \cos \vartheta_1}\right)\right]$$

nach § 12 (15d,) und $\Theta(o, \vartheta_1) = \frac{1 + \cos \vartheta_1}{2}$.

Beispiel. Es sei $n = 2$, $q = 20000^m$, $v_0 = 200^m$, also $w_0 = 2^m$, $\vartheta_0 = 60°$. Man erhält:

$\frac{v_{x_0}}{c} = 1{,}1115$ $t_c = 16{,}73^s$, hierauf $\vartheta_1 = 63° 28' 30''$ $v_1 = 181{,}7$[illegible]^m

$c = 89{,}97^m$ $x_c = 1586{,}0^m$ $\frac{c}{v_{x_1}} = 1{,}1085$ $t_1 = 34{,}17$[illegible]

$y_c = 1423{,}0^m$ $v_{x_1} = 81{,}16^m$ $x_1 = 3075{,}$[illegible]^m,

(während ohne Berücksichtigung des Luftwiderstandes, also nach der parabolischen Theorie $y_c = 1529{,}4^m$, $t_1 = 35{,}32^s$, $x_1 = 3531{,}$[illegible]^m sein würde).

Zu II. Zur Abkürzung setze man jetzt:

(5) $$\frac{v_{x_0}}{c} = \lambda$$

(6) $$\frac{c}{v_{x_1}} = \mu$$

(7) $$\frac{\Theta(o, \vartheta_1)}{\Theta(o, \vartheta_0)} = \nu.$$ Man hat nun die folgenden Anfangsgleichungen nach § 12 (16a):

(8) $$\Psi_1(\lambda) = \frac{w_0}{g} \frac{\operatorname{tg}\vartheta_0 \cos^n \vartheta_0}{\Theta(0, \vartheta_0)}$$

und aus dieser und nach § 12 (16a,) (ϑ hierselbst $= -\vartheta_1$ gesetzt) ($v_x = v_{x_1}$)

(9) $$\operatorname{tg}\vartheta_1 = \nu\lambda^n \frac{\Psi_1(\mu)}{\Psi_1(\lambda)} \operatorname{tg}\vartheta_0.$$

Ferner nach § 12 (18a,) (hierselbst $\vartheta = -\vartheta_1$, $v_x = v_{x_1}$ $x = x_1$ gesetzt) und nach § 12 (18a)

(9a) $$\frac{w_0}{v_0^2} x_1 \frac{\cos^{n-2}\vartheta_0}{\Theta(\vartheta_0, 0)} - \Psi_2(\lambda) = \nu\lambda^{n-2} \Psi_2(\mu);$$

nach § 12 (19a,) (hierselbst $y = 0$, $\vartheta = -\vartheta_1$, $v_x = v_{x_1}$ gesetzt) und § 12 (18a) und (19a)

(9b) $$\frac{w_0}{g} \frac{\operatorname{tg}\vartheta_0}{\Theta(\vartheta_0, 0)} \cos^n \vartheta_0 \Psi_3(\lambda) - \Psi_4(\lambda) = \nu^2 \lambda^{2n-2} \Psi_4(\mu),$$

aus (8) und (9a):

$$\frac{g x_1}{v_0^2 \sin 2\vartheta_0} \cdot 2\Psi_1(\lambda) = \Psi_3(\lambda) + \nu\lambda^{n-2} \Psi_3(\mu)$$ und hieraus:

(10) $$\sin 2\vartheta_0 = \frac{g x_1}{v_0^2} \left(\frac{2\Psi_1(\lambda)}{\Psi_3(\lambda) + \nu\lambda^{n-2} \Psi_3(\mu)} \right).$$

Nun ist auch nach (8) und (9b):

$$\Psi_1(\lambda)\, \Psi_3(\lambda) - \Psi_4(\lambda) = \nu^2 \lambda^{2n-2} \Psi_4(\mu),$$

woraus unter Berücksichtigung der Funktionsbedeutung von Ψ_1, Ψ_3 und Ψ_4 sich ergiebt:

(11) $$\Psi_4(\mu) = \frac{1}{\nu^2} \Psi_4\left(\frac{1}{\lambda}\right).$$

Eine näherungsweise Lösung der letzten Gleichungen kann nur erfolgen, wenn man für ϑ_0 einen Werth wählt, welcher auf Grund der einfachen, ohne Vorhandensein des Luftwiderstandes geltenden Gleichung $\sin 2\vartheta_0 = \frac{g x_1}{v_0^2}$ gefunden war. Diesen Werth wird man, um die Rechnung abzukürzen, von vornherein um ein gewisses Maß, etwa um $\frac{1}{10}$, vermehren oder vermindern, je nachdem für ϑ_0 eine niedrige oder hohe Erhöhung gesucht wird. Mit diesem ersten ϑ_0 errechne man aus (8) ein erstes λ, aus (9) ein erstes ϑ_1 (indem man jetzt $\nu = 1$ und $\mu = \lambda$ annimmt); dann aus (7) ein

erstes ν und hierauf aus (11) ein erstes μ. Diese ersten λ, μ, ν setze man nach (10) und findet ein vorläufiges ϑ_s. Nunmehr ergiebt sich aus (8) ein verbessertes λ, aus (9) ein verbessertes ϑ, (indem man jetzt die ersten Werthe von μ und ν benutzt), aus (7) ein verbessertes ν, aus (11) ein verbessertes μ und aus (10) ein genaueres ϑ_s. In dieser Weise fährt man fort, bis die betreffenden Werthe von λ, ϑ, ν, μ, ϑ_s genügend genau berechnet sind. Die gesuchten Größen werden rasch ihren richtigen Werthen zueilen. Die Ausrechnung wird sich, wenn sie planmäßig vorbereitet ist, durchaus nicht sehr umständlich gestalten und wird sich ungemein vereinfachen, wenn die Funktionen Φ und Θ in Tafelform berechnet sind. Das Letztere wird allerdings wünschenswerth sein und ist ohne große Arbeit ausführbar, wenn das angegebene Verfahren zur praktischen Berechnung überhaupt Anwendung finden sollte. Der Vortheil des Verfahrens liegt darin, daß man die wichtigsten Größen der Flugbahn gewissermaßen gleichzeitig errechnen kann.

Beispiel. Es sei wieder $n = 2$, $w_s = 2^m$, $v_s = 200^m$; als Schußweite sei gewählt $x_s = 3075{,}1^m$ (aus dem Beispiel zu I). Man findet nach dreimaligem Näherungsverfahren, wenn man nur die hohe Erhöhung berücksichtigt, um welche es sich hier handelt:

$$\vartheta_s = 60° 3' \qquad \lambda = \frac{v_{x_s}}{c} = 1{,}1113$$

$$\vartheta_s = 63° 42' \qquad \mu = \frac{c}{v_{x_s}} = 1{,}1091,$$

eine Uebereinstimmung mit den Ergebnissen des Beispiels unter I, welche als vollkommen genügend gelten kann.

§ 14. Bewegung des Geschoßschwerpunktes im Grundriß auf die wagerechte Ebene bei kleinen Abweichungen der Geschoßlängenachse von der Flugbahnberührenden.

Aus § 3 (6a) und (6c) findet man (wenn man die Zeiger s beim Schreiben wegläßt), da $\frac{z''}{x''} = \frac{dv_z}{dv_x}$ ist:

$$\frac{dv_z}{dv_x} = \frac{\cos k\delta \cos\vartheta \cos\lambda + \sin k\delta \cos\nu \sin\vartheta \cos\lambda - \sin k\delta \sin\nu \sin\lambda}{\cos k\delta \cos\vartheta \sin\lambda + \sin k\delta \cos\nu \sin\vartheta \sin\lambda + \sin k\delta \sin\nu \cos\lambda}$$

oder auch

$$(1)\qquad \frac{dv_z}{dv_x} = \frac{\operatorname{cotg}\lambda + \operatorname{tg} k\delta \cos\nu \operatorname{tg}\vartheta \operatorname{cotg}\lambda - \dfrac{\operatorname{tg} k\delta \sin\nu}{\cos\vartheta}}{1 + \operatorname{tg} k\delta \cos\nu \operatorname{tg}\vartheta + \dfrac{\operatorname{tg} k\delta \sin\nu \operatorname{cotg}\lambda}{\cos\vartheta}}$$

Berücksichtigt man, daß $\operatorname{cotg}\lambda$ und $\operatorname{tg} k\delta$ stets sehr klein bleiben ($k < 1$), so kann man mit Fortlassung der Produkte oder höheren Potenzen dieser Größen annähernd, aber genügend genau schreiben:

$$(2)\qquad \frac{dv_z}{dv_x} = \operatorname{cotg}\lambda - \frac{\operatorname{tg} k\delta \sin\nu}{\cos\vartheta}.$$

Nun ist $\operatorname{cotg}\lambda = \frac{v_z}{v_x}$ nach § 3 (1) und $\sin\delta \sin\nu = \delta_{11}$ nach § 9 (Fig. 11), also

$$\frac{dv_z}{dv_x} - \frac{v_z}{v_x} = -\frac{\operatorname{tg} k\delta}{\sin\delta} \cdot \frac{\delta_{11}}{\cos\vartheta}.$$

Da δ klein sein soll, ist $\frac{\operatorname{tg} k\delta}{\sin\delta}$ angenähert $= k$, konstant und

$$\frac{d\left(\frac{v_z}{v_x}\right)}{dv_x} = \frac{d(\operatorname{cotg}\lambda)}{dv_x} = -k \cdot \frac{\delta_{11}}{v_x \cos\vartheta};$$

also, da für $v_x = v_{x_0}$, $\lambda = \frac{\pi}{2}$:

$$(3)\qquad \operatorname{cotg}\lambda = k \int_{v_x}^{v_{x_0}} \frac{d_{11}\, dv_x}{v_x \cos\vartheta}.$$

In § 11 (11b) war δ_{11} gefunden. Für den vorliegenden Zweck wird es genügen, in dieser Formel nur die beiden ersten Glieder zu nehmen, da das dritte wegen des Faktors $\frac{h}{v_{x_0}}$ nur unbedeutend ist. Ersetzt man hierbei auch den Ausdruck:

$$\frac{\vartheta_1 (v_{x_0} - v_x)}{h}$$

nach § 11 (9) wieder durch den genau richtigen:

$$\frac{1}{h} \int_{v_x}^{v_{x_0}} \frac{dv_x}{\cos\vartheta},$$

ſo entſteht:

$$(4)\quad \operatorname{cotg}\lambda = \operatorname{kghq}^{n-1}\left[\int_{v_x}^{v_{x_0}} \frac{\cos^{n+1}\vartheta}{v_x^{n+2}}\,dv_x - \frac{\cos^{n+2}\vartheta_0}{v_{x_0}^{n+1}}\int_{v_x}^{v_{x_0}} \frac{1}{v_x}\cos\left(\frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{x_0}}\frac{dv_x}{\cos\vartheta}\right)\frac{dv_x}{\cos\vartheta}\right].$$

Es iſt nun:

$$\int_{v_x}^{v_{x_0}} \frac{\cos^{n+1}\vartheta}{v_x^{n+2}}\,dv_x = (\cos^{n+1}\vartheta)_m \cdot \left(\frac{\frac{1}{v_x^{n+1}} - \frac{1}{v_{x_0}^{n+1}}}{n+1}\right),$$

wenn $(\cos^{n+1}\vartheta)_m$ einen Mittelwerth darſtellt, welcher etwa ſei:

$$(5)\qquad \frac{\cos^{n+1}\vartheta_0 + \cos^{n+1}\vartheta}{2} = \Theta_2\,(\vartheta_0, \vartheta).$$

Nennt man abkürzungsweiſe:

$$(6)\qquad \frac{\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)^{n+1} - 1}{n+1} = \psi_0\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right),\ \text{ſo iſt:}$$

$$(7)\qquad \int_{v_x}^{v_{x_0}} \frac{\cos^{n+1}\vartheta}{v_x^{n+2}}\,dv_x = \frac{1}{v_{x_0}^{n+1}}\cdot\Theta_2\,(\vartheta_0, \vartheta)\cdot\psi_0\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right).$$

Ferner ſei

$$\int_{v_x}^{v_{x_0}} \frac{1}{v_x}\cos\left(\frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{x_0}}\frac{dv_x}{\cos\vartheta}\right)\frac{dv_x}{\cos\vartheta} = J,\ \text{ſo iſt}$$

$$J = -h\int_{v_x = v_{x_0}}^{v_x = v_{x_0}} \frac{1}{v_x}\,d\left[\sin\left(\frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{x_0}}\frac{dv_x}{\cos\vartheta}\right)\right]$$

$$J = \frac{h}{v_x}\sin\left(\frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{x_0}}\frac{dv_x}{\cos\vartheta}\right) - h^2\int_{v_x = v_{x_0}}^{v_x = v_{x_0}} \frac{\cos\vartheta}{v_x^2}\,d\left[\cos\left(\frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{x_0}}\frac{dv_x}{\cos\vartheta}\right)\right].$$

Das Restintegral ist aber wegen des bei der weiteren Entwickelung auftretenden Faktors $\frac{h^2}{v_x^2}$ gegenüber dem ersten unbedeutend, so daß man einfacher setzen darf:

$$(9) \qquad J = \frac{h}{v_x} \sin\left[\Theta_1(\vartheta_0, \vartheta)\,\frac{(v_{x_0} - v_x)}{h}\right] \text{ (nach § 11 (9)).}$$

Berücksichtigt man nun, daß die vorliegende Entwickelung nur für kleine ϑ, d. h. für flache Flugbahnen gültig sein soll, so kann man in den Θ-Funktionen $\vartheta = 0$ setzen und erhält, da auch $\frac{v_0^n}{q^{n-1}} = w_0$ ist:

$$(10) \qquad \operatorname{cotg}\lambda = \frac{kgh}{w_0 v_0}\left\{\frac{\Theta_2(\vartheta_0, 0)}{\cos^{n+1}\vartheta_0}\,\psi_0\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)\right.$$
$$\left. - \frac{h}{v_x}\cos\vartheta_0 \cdot \sin\left[\Theta_1(\vartheta_0, 0)\,\frac{(v_{x_0} - v_x)}{h}\right]\right\}.$$

Durch den Winkel λ ist die Steigung der Bahn in ihrem Grundriß auf die wagerechte Ebene als Funktion von v_x bestimmt. Da $\operatorname{cotg}\lambda = \frac{v_z}{v_x}$ ist, so ergiebt sich hieraus leicht v_z. Da ferner

$$v_z = \frac{dz}{dt} = \frac{dz}{dv_x} \cdot x'' \text{ ist und } x'' = -\frac{w_0}{v_0^n}\,\frac{v_x^n}{\cos^{n-1}\vartheta}$$

gesetzt werden darf, weil λ sehr nahe an $\frac{\pi}{2}$, so findet man auch:

$$\frac{dz}{dv_x} = -\frac{kgh v_0^{n-1}}{w_0^2}\left[\frac{\Theta_2(\vartheta_0, 0)\cos^{n-1}\vartheta}{\cos^{n+1}\vartheta_0\, v_x^{n-1}}\,\psi_0\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)\right.$$
$$\left. - h \cdot \cos\vartheta_0\,\frac{\cos^{n-1}\vartheta}{v_x^n}\,\sin\left(\frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{x_0}}\frac{dv_x}{\cos\vartheta}\right)\right]$$

Bei der folgenden Integrirung darf auch hier das zweite Glied als unerheblich fortfallen. Bei Einführung der Abkürzung:

$$(11) \quad \frac{(n-2)\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)^{2n-1} - (2n-1)\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)^{n-2} + (n+1)}{(n+1)(n-2)(2n-1)} = \psi_5\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right),$$

welches im Besonderen für $n = 2$ wird zu:

$$(11a) \qquad \frac{\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)^2 - 1 - l\left[\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right)^2\right]}{9} = \psi_2\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right),$$

entsteht nun endlich:

$$(12) \qquad z = \frac{kghv_s}{w_s^2} \cdot \frac{\Theta(\vartheta_s, o)\,\Theta_2(\vartheta_s, o)}{\cos^{2n-1}\vartheta_s} \cdot \psi_n\left(\frac{v_{x_0}}{v_x}\right).$$

Hierdurch ist nun auch die Bahn im Grundriß auf die wagerechte Schußebene als Funktion von v_x zu berechnen. Wählt man, wie im § 11:

$v_{x_0} = 500^m$, $\vartheta_s = 5°$, (hieraus $v_s = 501{,}91^m$), $n = 4$, $\frac{v_{x_0}^4}{q^2} = 50^m$,

(hieraus $w_s = 50{,}770^m$), $h = 10^m$, außerdem $k = 0{,}6$,

so findet man unter Anwendung der Formeln in § 12 und der zuletzt erhaltenen, wenn wieder c die Scheitelgeschwindigkeit bedeutet und der Zeiger $_c$ sich auf den Scheitel der Bahn bezieht:

	und für das Ende der Bahn:
$c = 386{,}75^m$	$v_{x_1} = 332{,}24^m$
$t_c = 3{,}85$ Sek	$t_1 = 7{,}97$ Sek.
$x_c = 1669{,}4^m$	$x_1 = 3138{,}2^m$
$y_c = 79{,}13^m$	$\vartheta_1 = 6°\ 28'\ 15''$, $v_1 = 334{,}36^m$
$\lambda_c = 89°\ 55'\ 30''$	$\lambda_1 = 89°\ 48'\ 20''$
$v_{xc} = 0{,}504^m$	$v_{x_1} = 1{,}128^m$
$z_c = 0{,}89^m$	$z_1 = 3{,}24^m$.

§ 15. Kraft und Drehmoment des Luftwiderstandes bei beliebig großen Abweichungen der Geschoßlängenachse von der Flugbahnberührenden.

Bisher war bei allen rechnungsmäßigen Entwickelungen der Winkel δ der Abweichung der Geschoßachse von der Flugbahnberührenden so klein angenommen, daß alle höheren Potenzen dieses Winkels (sowie von $\sin\delta$ und $\operatorname{tg}\delta$) vernachlässigt und $\cos\delta = 1$ gesetzt und die Beschleunigung w des Luftwiderstandes als reine Funktion von v_s betrachtet wurde. Diese Voraussetzung, nur zulässig bei flachen Flugbahnen und großen

Anfangsgeschwindigkeiten, ist bei stärker gekrümmten Flugbahnen nicht mehr zutreffend. Deshalb wird es nothwendig, für den letzteren Fall alle einschlägigen Verhältnisse nochmals einer besonderen Untersuchung zu unterziehen.

Greifen wir zu diesem Zwecke auf die grundlegende Annahme des § 2 (1) zurück und nehmen an in Uebereinstimmung mit § 11 (5):

$$(1) \qquad f(v_s \cos(v_s, \varrho) = b\, v_s^n \cos^n(v_s, \varrho),$$

wo b den von der Dichtigkeit der Luft abhängigen Koeffizienten des Luftwiderstandes, n eine ganze positive Zahl bedeutet, so entsteht, wenn wieder der Zeiger $_s$ beim Schreiben fortgelassen wird, nach § 2 (8a):

$$(2) \qquad W_\xi = b v^n \int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta \frac{d\eta}{d\xi} \frac{d\xi}{d\xi} \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \left(-\cos\delta \frac{d\eta}{d\sigma} - \sin\delta \frac{d\xi}{d\sigma} \cos\varepsilon\right)^n d\varepsilon$$

$$(3) \qquad W_{\eta_1} = -b v^n \int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta\, d\xi \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \left(-\cos\delta \frac{d\eta}{d\sigma} - \sin\delta \frac{d\xi}{d\sigma} \cos\varepsilon\right)^n \cos\varepsilon\, d\varepsilon$$

nach § 4 (2c)

$$(4) \qquad M_{\zeta_1} = -b v^n \int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta \left(\xi + \eta \frac{d\eta}{d\xi}\right) d\xi \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \left(-\cos\delta \frac{d\eta}{d\sigma} - \sin\delta \frac{d\xi}{d\sigma} \cos\varepsilon\right)^n \cos\varepsilon\, d\varepsilon$$

Die Geschoßoberfläche ist nun der Einfachheit halber angenommen als bestehend aus dem walzenförmigen **Geschoßmantel**, der bogenförmigen **Geschoßspitze**, und dem vordersten kreisförmigen **Geschoßkopfe**, dessen Ebene zur Längenachse senkrecht stehe.

I. **Beiträge für den Mantel**, angedeutet durch den Zeiger $_M$. Hier ist $\eta = r$ (der halbe Kaliberdurchmesser, und nach ξ konstant)

$$\frac{d\eta}{d\xi} = 0, \quad \frac{d\eta}{d\sigma} = 0, \quad \frac{d\xi}{d\sigma} = 1.$$

$\xi_1 = -\xi_B$ (Abstand des Geschoßbodens vom Schwerpunkte)

[redacted]

$\xi_1 = \xi_H - \xi_H$ (ξ_H Höhe des Geschoßmantels). Da $\frac{d\eta}{d\xi} = 0$, so ist stets $\delta > \frac{d\eta}{d\xi}$, mithin $\varepsilon_1 = \frac{\pi}{2}$, $\varepsilon_2 = \frac{3}{2}\pi$ (vergl. § 2), also:

(5) $$W_{\xi_H} = 0.$$

(6) $$W_{\eta,H} = -(-1)^n b\, \xi_H \cdot r\, v^n \sin^n \delta \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3}{2}\pi} \cos^{n+1} \varepsilon\, d\varepsilon.$$

(7) $$M_{\xi,H} = -1)^n b\, \xi_H \left(\xi_H - \tfrac{1}{2}\xi_H\right) r\, v^n \sin^n \delta \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3}{2}\pi} \cos^{n+1} \varepsilon\, d\varepsilon.$$

Ferner ist allgemein:

$$\int \cos^R \varepsilon\, d\varepsilon = \frac{1}{R} \sin \varepsilon \cos^{R-1} \varepsilon + \frac{R-1}{R} \int \cos^{R-2} \varepsilon\, d\varepsilon + \text{Const.}$$

demnach (mit Fortlassung der Konstanten):

$$\int \cos \varepsilon\, d\varepsilon = \sin \varepsilon \qquad \int \cos^2 \varepsilon\, d\varepsilon = \tfrac{1}{2} \sin \varepsilon \cos \varepsilon + \tfrac{1}{2} \varepsilon$$

$$\int \cos^3 \varepsilon\, d\varepsilon = \tfrac{1}{3} \sin \varepsilon \cos^2 \varepsilon + \tfrac{2}{3} \sin \varepsilon$$

$$\int \cos^4 \varepsilon\, d\varepsilon = \tfrac{1}{4} \sin \varepsilon \cos^3 \varepsilon + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \sin \varepsilon \cos \varepsilon + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \varepsilon$$

$$\int \cos^5 \varepsilon\, d\varepsilon = \tfrac{1}{5} \sin \varepsilon \cos^4 + \frac{4}{3 \cdot 5} \sin \varepsilon \cos^2 \varepsilon + \frac{2 \cdot 4}{3 \cdot 5} \sin \varepsilon \ldots\ldots \text{ etc.}$$

Nennt man: $a = \int_{\frac{\pi}{2}}^{\frac{3}{2}\pi} \cos^{n+1} \varepsilon\, d\varepsilon$, so ist nun (n positiv ganz):

(8)
bei einem ungeraden n: $$a = \frac{1 \cdot 3 \ldots (n-2)\, n}{2 \cdot 4 \ldots (n-1)(n+1)} \pi$$

" " geraden n: $$a = -\frac{2 \cdot 4 \ldots (n-2)\, n}{3 \cdot 5 \ldots (n-1)(n+1)} \cdot 2$$

$W_{\eta,M}$ ist stets positiv, $M_{\zeta,M}$ negativ, da bei allen Geschossen $\xi_R > \frac{1}{3}\xi_R$.

II. Beiträge für die Geschoßspitze angedeutet durch die Zeiger $_{Sp}$.

Die Geschoßspitze soll der bequemeren Berechnung halber angenommen werden als gebildet durch eine den Umständen und für das einzelne Geschoß konstant zu wählende Anzahl N gerader Kegelstumpfe, deren Höhe d sei. Es sei dann für den R^ten Kegelstumpf, welcher in der Richtung vom Boden nach der Spitze aus gezählt sei: der mittlere Halbmesser r_R, der halbe Kegelwinkel α_R, der Abstand des mittleren Halbmessers vom Schwerpunkte ξ_R (α_R wächst mit wachsendem $_R$), dann ist für den R^ten Kegelstumpf:

$$\xi_1 = \xi_R - \tfrac{1}{2}d, \quad \xi_2 = \xi_R + \tfrac{1}{2}d, \quad \eta = r_R - \operatorname{tg}\alpha_R(\xi - \xi_R),$$

$$\frac{d\eta}{d\xi} = -\operatorname{tg}\alpha_R, \quad \frac{d\eta}{d\sigma} = -\sin\alpha_R, \quad \frac{d\xi}{d\sigma} = \cos\alpha_R,$$

$$\left\{\begin{array}{ll} \displaystyle\int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta \frac{d\eta}{d\xi}\, d\xi = -\operatorname{tg}\alpha_R\, d r_R & \displaystyle\int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta\, d\xi = d r_R \\ \displaystyle\int_{\xi_1}^{\xi_2} \eta\left(\xi + \eta\frac{d\eta}{d\xi}\right) d\xi = d r_R\,(\xi_R - \operatorname{tg}\alpha_R \cdot r_R) - \frac{\sin\alpha_R}{12\cos^2\alpha_R} d^3 & \end{array}\right.$$

Ferner sei:

$$\overset{\varepsilon_2}{J}_{\varepsilon_1} = \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \left(-\cos\vartheta\frac{d\eta}{d\sigma} - \sin\vartheta\frac{d\xi}{d\sigma}\cos\varepsilon\right)^n d\varepsilon$$

$$= \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} (\sin\alpha_R\cos\vartheta - \cos\alpha_R\sin\vartheta\cos\varepsilon)^n\, d\varepsilon.$$

(10) $$\overset{\varepsilon_2}{\underset{\varepsilon_1}{J}} = \sin^n \alpha_R \cos^n \delta\,(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) - n \sin^{n-1}\alpha_R \cos \alpha_R \cos^{n-1}\delta$$
$$\sin \delta\,(\sin \varepsilon_2 - \sin \varepsilon_1)$$
$$+ \frac{n\,(n-1)}{2 \cdot 2} \sin^{n-2}\alpha_R \cos^2 \alpha_R \cos^{n-2}\delta \sin^2 \delta$$
$$(\varepsilon_2 + \sin \varepsilon_2 \cos \varepsilon_2 - \varepsilon_1 - \sin \varepsilon_1 \cos \varepsilon_1)$$
$$- \frac{n\,(n-1)\,(n-2)}{3 \cdot 6} \sin^{n-3}\alpha_R \cos^3 \alpha_R \cos^{n-3}\delta \sin^3 \delta$$
$$(2 \sin \varepsilon_2 + \sin \varepsilon_2 \cos^2 \varepsilon_2 - 2 \sin \varepsilon_1 - \sin \varepsilon_1 \cos^2 \varepsilon_1)$$
$$+ \frac{n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)}{4 \cdot 24} \sin^{n-4}\alpha_R \cos^4 \alpha_R \cos^{n-4}\delta \sin^4 \delta$$
$$(\tfrac{3}{4}\,\varepsilon_2 + \tfrac{3}{8} \sin \varepsilon_2 \cos \varepsilon_2 + \sin \varepsilon_2 \cos^2 \varepsilon_2 - \tfrac{3}{4}\,\varepsilon_1$$
$$- \tfrac{3}{8} \sin \varepsilon_1 \cos \varepsilon_1 - \sin \varepsilon_1 \cos^2 \varepsilon_1)$$

$$\overset{\varepsilon_2}{\underset{\varepsilon_1}{K}} = \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} \left(-\cos \delta \frac{d\eta}{d\sigma} - \sin \delta \frac{d\xi}{d\sigma} \cos \varepsilon\right)^n \cos \varepsilon \, d\varepsilon$$

$$= \int_{\varepsilon_1}^{\varepsilon_2} (\sin \alpha_R \cos \delta - \cos \alpha_R \sin \delta \cos \varepsilon)^n \cos \varepsilon \, d\varepsilon$$

(11) $$\overset{\varepsilon_2}{\underset{\varepsilon_1}{K}} = \sin^n \alpha_R \cos^n \delta\,(\sin \varepsilon_2 - \sin \varepsilon_1) - \frac{n}{2} \sin^{n-1} \alpha_R \cos \alpha_R$$
$$\cos^{n-1}\delta \sin \delta\,(\varepsilon_2 + \sin \varepsilon_2 \cos \varepsilon_2 - \varepsilon_1 - \sin \varepsilon_1 \cos \varepsilon_1)$$
$$+ \frac{n\,(n-1)}{3 \cdot 2} \sin^{n-2}\alpha_R \cos^2 \alpha_R \cos^{n-2}\delta \sin^2 \delta\,(2 \sin \varepsilon_2$$
$$+ \sin \varepsilon_2 \cos^2 \varepsilon_2 - 2 \sin \varepsilon_1 - \sin \varepsilon_1 \cos^2 \varepsilon_1)$$
$$- \frac{n\,(n-1)\,(n-2)}{4 \cdot 6} \sin^{n-3}\alpha_R \cos^3 \alpha_R \cos^{n-3}\delta \sin^3 \delta$$
$$(\tfrac{3}{4}\,\varepsilon_2 + \tfrac{3}{8} \sin \varepsilon_2 \cos \varepsilon_2 + \sin \varepsilon_2 \cos^2 \varepsilon_2 - \tfrac{3}{4}\,\varepsilon_1$$
$$- \tfrac{3}{8} \sin \varepsilon_1 \cos \varepsilon_1 - \sin \varepsilon_1 \cos^2 \varepsilon_1)$$
$$+ \frac{n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)}{5 \cdot 24} \sin^{n-4}\alpha_R \cos^4 \alpha_R \cos^{n-4}\delta \sin^4 \delta$$
$$(\tfrac{5}{8} \sin \varepsilon_2 + \tfrac{1}{4} \sin \varepsilon_2 \cos^2 \varepsilon_2 + \sin \varepsilon_2 \cos^4 \varepsilon_2 - \tfrac{5}{8} \sin \varepsilon_1$$
$$- \tfrac{1}{4} \sin \varepsilon_1 \cos^2 \varepsilon_1 - \sin \varepsilon_1 \cos^4 \varepsilon_1)$$

Man wird nun die folgenden beiden Fälle zu unterscheiden haben:

A) $\delta < \alpha_R$, dann ist $\varepsilon_1 = 0, \quad \varepsilon_2 = 2\pi$ (vergl. § 2).

Es folgt aus (10):

$$(12) \quad \overset{2\pi}{\underset{\circ}{J}} = 2\pi \left[\sin^n \alpha_R \cos^n \delta + \frac{n\,(n-1)}{4} \sin^{n-2} \alpha_R \cos^2 \alpha_R \cos^{n-2} \delta \sin^2 \delta + \frac{n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)}{64} \sin^{n-4} \alpha_R \cos^4 \alpha_R \cos^{n-4} \delta \sin^4 \delta + \ldots \right]$$

und aus (11):

$$(13) \quad \overset{2\pi}{\underset{\circ}{K}} = -\,n\pi \left[\sin^{n-1} \alpha_R \cos \alpha_R \cos^{n-1} \delta \sin \delta + \frac{(n-1)\,(n-2)}{8} \sin^{n-3} \alpha_R \cos^3 \alpha_R \cos^{n-3} \delta \sin^3 \delta + \ldots . \right]$$

mithin:

$$(14) \quad W_{\xi\,\mathrm{Sp},\ \delta < \alpha_R} = -\,b\,v^n \operatorname{tg} \alpha_R\, d\, r_R \cdot \overset{2\pi}{\underset{\circ}{J}}$$

$$(15) \quad W_{\xi,\,\mathrm{Sp},\ \delta < \alpha_R} = b\,v^n\, d\, r_R \left(-\overset{2\pi}{\underset{\circ}{K}} \right)$$

$$(16) \quad M_{\zeta,\,\mathrm{Sp}\ \delta < \alpha_R} = b\,v^n \left[d\, r_R\, (\xi_R - \operatorname{tg} \alpha_R \cdot r_R) - \frac{\sin \alpha_R}{12 \cos^3 \alpha_R}\, d^3 \right] \cdot \left[-\overset{2\pi}{\underset{\circ}{K}} \right]$$

B) $\delta > \alpha_R, \quad \varepsilon_1 = \arccos\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_R}{\operatorname{tg} \delta}\right), \quad \varepsilon_2 = 2\pi - \arccos\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_R}{\operatorname{tg} \delta}\right)$ (vergl. § 2).

Es folgt aus (10):

$$(17) \quad \overset{2\pi - \arccos\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_R}{\operatorname{tg} \delta}\right)}{\underset{\arccos\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_R}{\operatorname{tg} \delta}\right)}{J}} = 2 \sin^n \alpha_R \cos^n \delta \left(\pi - \arccos\left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_R}{\operatorname{tg} \delta}\right) \right) + 2n \sin^{n-1} \alpha_R \cos \alpha_R \cos^{n-1} \delta \sin \delta \sqrt{1 - \left(\frac{\operatorname{tg} \alpha_R}{\operatorname{tg} \delta}\right)^2}$$

$$+\frac{n\,(n-1)}{2}\sin^{n-2}\alpha_R\cos^2\alpha_R\cos^{n-2}\delta\sin^2\delta$$
$$\left(\pi-\arccos\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)-\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}\right)$$
$$+\frac{n\,(n-1)\,(n-2)}{9}\sin^{n-3}\alpha_R\cos^3\alpha_R\cos^{n-3}\delta\sin^3\delta$$
$$\left(2+\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2\right)\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}$$
$$+\frac{n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)}{32}\sin^{n-4}\alpha_R\cos^4\alpha_R\cos^{n-4}\delta\sin^4\delta$$
$$\left(\pi-\arccos\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)\right.$$
$$\left.-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}+\frac{2}{3}\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^3\right)\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}\right)$$
$$\vdots$$

Ferner aus (11):

$$(18)\quad \frac{K}{\arccos\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)}=\frac{2\pi-\arccos\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)}{}$$
$$-2\sin^n\alpha_R\cos^n\delta\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}$$
$$-n\sin^{n-1}\alpha_R\cos\alpha_R\cos^{n-1}\delta\sin\delta$$
$$\left(\pi-\arccos\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)-\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}\right)$$
$$-\frac{n\,(n-1)}{3}\sin^{n-2}\alpha_R\cos^2\alpha_R\cos^{n-2}\delta\sin^2\delta$$
$$\left(2+\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2\right)\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}$$
$$-\frac{n\,(n-1)\,(n-2)}{8}\sin^{n-3}\alpha_R\cos^3\alpha_R\cos^{n-3}\delta\sin^3\delta$$
$$\left(\pi-\arccos\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}+\frac{2}{3}\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^3\right)\right.$$
$$\left.\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}\right)$$
$$-\frac{n\,(n-1)\,(n-2)\,(n-3)}{180}\sin^{n-4}\alpha_R\cos^4\alpha_R\cos^{n-4}\delta\sin^4\delta$$
$$\left(8+4\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2+3\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^4\right)\sqrt{1-\left(\frac{\operatorname{tg}\alpha_R}{\operatorname{tg}\delta}\right)^2}$$

ithin:

$$9)\quad W_{\xi,\,Sp\ \delta > \alpha_R} = -\,b\,v^n\,tg\,\alpha_R\,d\,r_R\,(J)\,\begin{matrix}2\pi - \arccos\left(\frac{tg\,\alpha_R}{tg\,\delta}\right)\\ \arccos\left(\frac{tg\,\alpha_R}{tg\,\delta}\right)\end{matrix}$$

$$0)\quad W_{\eta,\,Sp\ \delta > \alpha_R} = b\,v^n\,d\,r_R\,[-\,K]\,\begin{matrix}2\pi - \arccos\left(\frac{tg\,\alpha_R}{tg\,\delta}\right)\\ \arccos\left(\frac{tg\,\alpha_R}{tg\,\delta}\right)\end{matrix}$$

$$1)\quad M_{\zeta,\,Sp\ \delta > \alpha_R} = b\,v^n\left[d\,r_R\,(\xi_R - tg\,\alpha_R\,r_R) - \frac{\sin\alpha_R\,d^3}{12\cos^2\alpha_R}\right]\,[-\,K]\,\begin{matrix}2\pi - \arccos\left(\frac{tg\,\alpha_R}{tg\,\delta}\right)\\ \arccos\left(\frac{tg\,\alpha_R}{tg\,\delta}\right)\end{matrix}$$

Seien nun für denselben Zeitpunkt t bei den ersten S Kegel-umpfen $\delta > \alpha_R$, bei den letzten N—S Kegelstumpfen $\delta < \alpha_R$, ergiebt für die Beiträge der Geschoßspitze:

$$2)\quad W_{\xi,\,Sp} = \sum_{R=1}^{R=S} W_{\xi\,Sp\ \delta > \alpha_R} + \sum_{R=S+1}^{R=N} W_{\xi\,Sp\ \delta < \alpha_R}$$

$$3)\quad W_{\eta,\,Sp} = \sum_{R=1}^{R=S} W_{\eta,\,Sp\ \delta > \alpha_R} + \sum_{R=S+1}^{R=N} W_{\eta,\,Sp\ \delta < \alpha_R}$$

$$4)\quad M_{\zeta,\,Sp} = \sum_{R=1}^{R=S} W_{\xi,\,Sp,\ \delta > \alpha_R} + \sum_{R=S+1}^{R=N} M_{\xi,\,Sp,\ \delta < \alpha_R}$$

III. Beiträge für den Geschoßkopf. Durch den Zeiger $_K$ ngedeutet. Die kreisförmige Vorderfläche habe den Halbmesser r_K, r Abstand vom Schwerpunkte sei ξ_K. Man findet leicht:

$$5)\quad W_{\xi K} = -\,b\,r_K^2\,\pi\,v^n\cos^n\delta$$

$$(26)\quad W_{\eta,K} = 0 \qquad\qquad (27)\quad M_{\zeta,K} = 0$$

Setzt man nunmehr die Einzelbeträge der Geschoßoberflächentheile zusammen, so ist:

$$W_{\xi} = W_{\xi\,Sp} + W_{\xi K} \tag{28}$$

$$W_{\eta_1} = W_{\eta_1 M} + W_{\eta_1 Sp} \tag{29}$$

$$M_{\zeta_1} = M_{\zeta_1 M} + M_{\zeta_1 Sp} \tag{30}$$

Auch hier ist natürlich

$$W_{\zeta_1} = 0, \qquad M_{\xi} = 0, \qquad M_{\eta_1} = 0$$

(vergl. § 2), und der Gesammtluftwiderstand W also

$$W = \sqrt{W_{\xi}^{\,2} + W_{\eta_1}^{\,2}} \tag{31}$$

(zeichenlos verstanden).

Bedeutet wieder m die Geschoßmasse, so ist für die Beschleunigung des Luftwiderstandes w:

$$\frac{W}{m} = w = \frac{w_0}{v_0^{\,n}}\, v^n\, \Delta_1(\delta), \tag{32}$$

wenn w_0 und v_0 die Anfangswerthe bedeuten und die Funktion $\Delta_1(\delta)$ nach Maßgabe von (31) so bestimmt ist, daß $\Delta_1(0) = 1$ wird.

Nach § 2 (11) und (12) hatte man gefunden

$$k = \frac{1}{\delta}\ \text{arc tg}\left[\frac{W_{\eta_1}}{-W_{\xi}}\right] - 1 = \frac{\gamma}{\delta} - 1 \tag{33}$$

und man ersieht, daß jetzt k eine reine Funktion von δ, bei kleinem δ nahezu konstant ist und mit wachsendem δ abnimmt. Da für $\delta = \frac{\pi}{2}$, wie man ferner leicht erkennt, $\gamma < \delta$ sein muß, so würde hierfür k negativ. Da ferner mit wachsendem δ — W_{ξ} stetig abnimmt, W_{η_1} stetig zunimmt, so giebt es einen — aber nur einen — Werth von δ, für welchen $\gamma = \delta$, also $k = 0$ wird. Dieser Werth wird aber so nahe an $\delta = \frac{\pi}{2}$ liegen, daß er thatsächlich bei der Geschoßbewegung nicht auftreten wird.

Nach § 4 (5) ist der Angriffspunkt des Luftwiderstandes in der Geschoßachse Ξ in einer Entfernung:

$$\xi_1 = \frac{M_{\zeta_1}}{W_{\eta_1}}, \text{ wo auch } \xi_1 \text{ eine reine Funktion von } \delta \text{ ist.} \tag{34}$$

Hier ist W_{η_1} stets positiv, in $M_{\zeta_1} = M_{\zeta_1 M} + M_{\zeta_1 Sp}$ ist allerdings $M_{\zeta_1 M}$ negativ, wenn, wie bei allen üblichen Geschossen $\xi_B > \frac{1}{2}\,\xi_H$ ist; dagegen ist $M_{\zeta_1 Sp}$, da auch stets $\xi_R > r_R \operatorname{tg} \alpha_R$ sein wird, stets positiv und überwiegt jedenfalls dem Vorzeichen nach bedeutend. Demgemäß bleibt ξ_1 stets positiv, nimmt aber mit wachsendem δ ab.

Alle Untersuchungen der §§ 6, 7 und 8 werden auch für beliebig große δ Gültigkeit behalten.

Endlich ist noch nach § 9 (1) die mittlere Winkelgeschwindigkeit der Geschoßlängenachse um die Flugbahnberührende:

$$\varrho = \frac{W_o}{a^2 \omega_o v_o^n} v^n \xi_1 \frac{\sin (1+k)\,\delta}{\sin \delta} \Delta_1 (\delta)$$

und wenn k_o ξ_{1o} die betreffenden Anfangswerthe sind, und man gemäß § 11 (4) jetzt setzt:

$$\frac{a^2 \omega_o}{\xi_{1o} (1 + k_o)} = h \tag{35}$$

(h jetzt der Model der Drehbewegung für den Anfang) und zur Abkürzung:

$$\frac{\xi_1}{\xi_{1o} (1 + k_o)} \cdot \frac{\sin (1+k)\,\delta}{\sin \delta} \cdot = \Delta_2 (\delta) \text{ so ist} \tag{36}$$

$$\varrho = \frac{W_o}{h v_o^n} v^n \Delta_1 (\delta) \Delta_2 (\delta) = \frac{W}{h} \Delta_2 (\delta), \text{ wo } \Delta_2 (0) = 1 \text{ ist.} \tag{37}$$

§ 16. Drehbewegung der Geschoßlängenachse und die Flugbahnberührende bei beliebig großen Abweichungen beider Richtungen.

Benutzen wir dasselbe bewegliche Koordinatensystem wie im § 9, so hat der Punkt P (welcher in der Geschoßlängenachse in der Entfernung 1 vorwärts des Schwerpunktes liegen soll), zur Zeit t die Koordinaten

für die Richtung von Δ_I : $\delta_I = \sin \delta \cos \nu$
" " " " Δ_{II} : $\delta_{II} = \sin \delta \sin \nu$
" " " " V_o : $\delta_{III} = \cos \delta$.

Nun ist — abgesehen von der allen Punkten gemeinsamen fortschreitenden Geschwindigkeit v_x, die wirkliche — aus der Drehung um V_x hervorgehende — Geschwindigkeit:

$$\begin{aligned} \text{nach } \Delta_1 &: -\varrho\,\delta_{11} \\ \text{„ } \Delta_{11} &: +\varrho\,\delta_1 \\ \text{„ } V_x &: 0 \end{aligned}$$

Die Bewegung des Systems $\Delta_1\ \Delta_{11}\ V_x$ selbst besteht nun gleichzeitig aus einer Drehung

um Δ_1 mit einer Winkelgeschwindigkeit:	$\sigma' = \cos\vartheta\,\lambda'$
„ Δ'' „ „ „	ϑ'
„ V_x „ „ „	$\tau' = \sin\vartheta\,\lambda'$

(vergl. die Bedeutung ϑ und λ nach § 3 Fig. 3); also hat derjenige Punkt des Systems $\Delta_1\ \Delta_{11}\ V_x$, in welchem sich P zur Zeit t befindet, die linearen Geschwindigkeiten:

$$\begin{aligned} \text{nach } \Delta_1 &: -\tau'\,\delta_{11} + \vartheta'\,\delta_{111} \\ \text{„ } \Delta_{11} &: -\sigma'\,\delta_{111} + \tau'\,\delta_1 \\ \text{„ } V_x &: -\vartheta'\,\delta_1 + \sigma'\,\delta_{11} \end{aligned}$$

Demnach sind die Ansatzgleichungen der Bewegung von P in Bezug auf das bewegte System $\Delta_1\ \Delta_{11}\ V_x$:

(1a) $\quad \delta_1' = -(\varrho - \tau')\,\delta_{11} - \vartheta'\,\delta_{111}$

(1b) $\quad \delta_{11}' = \sigma'\,\delta_{111} + (\varrho - \tau')\,\delta_1$

(1c) $\quad \delta_{111}' = \vartheta'\,\delta_1 - \sigma'\,\delta_{11}$

Der Ausdruck für ρ ist durch § 15 (37) angegeben. Um einen solchen auch für ϑ', σ', τ' abzuleiten, bilde man aus § 3 (6a) und (6c), wenn die Zeiger „ fortgelassen werden:

$v_x\,v_z' - v_z\,v_x' = vw\cos\vartheta\sin k\delta\sin\nu$; hieraus:

$$\left[\frac{v_z}{v_x}\right]' = (\operatorname{cotg}\lambda)' = \frac{wv\cos\vartheta}{v_x^2}\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\cdot\delta_{11} = \frac{w}{v_x\sin\lambda}\cdot\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{11}$$

$$\lambda' = -\frac{w}{v_x}\sin\lambda\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{111}, \text{ und mithin:}$$

(2) $$\sigma' = \cos\vartheta\,\lambda' = -\frac{w}{v}\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{11}$$

(3) $$r' = \sin\vartheta\,\lambda' = -\frac{w}{v}\,\mathrm{tg}\,\vartheta\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{,,}$$

Ferner ist nach § 3 (6a) und (6b):

$$v_x v_y' - v_y v_x' = -g v_x + w v \sin k\delta\,[\sin\lambda\cos\nu + \sin\vartheta\cos\lambda\sin\nu$$

(4) $$\left[\frac{v_y}{v_x}\right]' = \left[\frac{\mathrm{tg}\,\vartheta}{\sin\lambda}\right]' = -\frac{g}{v_x} + \frac{w v}{v_x^2}\sin\lambda\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{,} + \frac{w v}{v_x^2}\sin\vartheta\cos\lambda\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{,,}$$

$$\frac{\vartheta'}{\cos^2\vartheta\sin\lambda} - \frac{\mathrm{tg}\,\vartheta\cos\lambda}{\sin^2\lambda}\,\lambda' = -\frac{g}{v_x} + \frac{w v}{v_x^2}\sin\lambda\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{,} - \mathrm{tg}\,\vartheta\,\frac{\cos\lambda}{\sin^2\lambda}\,\lambda'$$

(4a) $$\vartheta' = -\frac{g}{v}\cos\vartheta + \frac{w}{v}\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{,}$$

Nun ist nach § 15 (37) und § 16 (3):

(5) $$\varrho - r' = \frac{w}{h}\left(\Delta_2(\delta) + \frac{h}{v}\,\mathrm{tg}\,\vartheta\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{,,}\right)$$

Bei der Integrirung der Gleichungen (1) wird es auch hier zweckmäßig sein, überall die Unveränderliche v_x anzuwenden; dann entsteht, wenn man auch $\delta_{,,,}$ durch $\cos\delta$ ersetzt:

(6a) $$\frac{d\,\delta_{,}}{d\,v_x} = -\frac{(\varrho - r')}{v_x'}\,\delta_{,,} - \frac{\vartheta'}{v_x'}\cos\delta$$

(6b) $$\frac{d\,\delta_{,,}}{d\,v_x} = \frac{\sigma'}{v_x'}\cos\delta + \frac{(\varrho - r')}{v_x'}\,\delta_{,}$$

Weiter ist nach § 3 (6a):

$$v_x' = -w\left[\cos k\delta\cos\vartheta\sin\lambda + \frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,(\sin\vartheta\sin\lambda\,\delta_{,} + \cos\lambda\,\delta_{,,})\right]$$

Nun wird λ bei jeder Art der Flugbahn so nahe an $\frac{\pi}{2}$ bleiben, daß man ohne merkbaren Fehler $\sin\lambda = 1$ $\cos\lambda = 0$ setzen darf; dann ist einfacher:

$$v_x' = -w\cos kd\cos\vartheta\left(1 + \mathrm{tg}\,\vartheta\cdot\frac{\mathrm{tg}\,k\delta}{\sin\delta}\,\delta_{,}\right)$$

Nennt man zur Abkürzung:

$$1 + \operatorname{tg} \vartheta \cdot \frac{\operatorname{tg} k\delta}{\sin \delta} \delta_1 = \beta \tag{7}$$

so wird β in engen Grenzen um den Werth 1 schwanken, und man hat:

$$v_x' = - w \beta \cos k\delta \cdot \cos \vartheta. \tag{8}$$

Demnach ist nach (5)

$$\frac{\varrho - r'}{v_x'} = - \frac{(\Delta_2 (\delta) + \frac{h}{v} \operatorname{tg} \vartheta \frac{\sin k\delta}{\sin \delta} \delta_{11})}{h \cdot \beta \cos k\delta \cos \vartheta}$$

Hier sind $\frac{\sin k\delta}{\sin \delta}$ sowie δ_{11} Werthe, die jederzeit kleiner als 1 bleiben, $\frac{h}{v} \operatorname{tg} \vartheta = \frac{h}{v_x} \sin \vartheta \cdot \sin \lambda$ oder fast genau $= \frac{h}{v_x} \sin \vartheta$, bleibt ebenfalls stets klein, und wird selbst bei stark gekrümmten Flugbahnen wohl nie den $\frac{1}{5}$ sin ϑ erreichen (vergl. die Bedeutung von h § 15 (35) und das § 11 zu den Gleichungen (11) Gesagte), während $\Delta_2 (\delta)$ doch immer nahe 1 bleibt. Demgemäß werden wir annähernd setzen dürfen:

$$\frac{\varrho - r'}{v_x'} = - \frac{1}{h} \cdot \frac{\Delta_2 (\delta)}{\beta \cos k\delta} \cdot \frac{1}{\cos \vartheta} = - \frac{\zeta}{h \cos \vartheta}, \text{ wenn:} \tag{9}$$

$$\frac{\Delta_2 (\delta)}{\beta \cos k\delta} = \zeta \tag{10}$$

eingeführt wird. Ferner nach (4a), (8) und § 15 (32): und sin $\lambda = 1$ angenommen:

$$\frac{\vartheta'}{v_x'} \cos \delta = \frac{g v_o^n}{w_o \cdot v_x^{n+1}} \cos^{n+1} \vartheta \cdot \frac{\cos \delta}{\beta \cos k\delta \Delta_1 (\delta)} - \frac{1 \cdot \operatorname{tg} k\delta}{v_x \beta \operatorname{tg} \delta} \delta_1$$

Man setze noch:

$$\frac{\cos \delta}{\beta \cos k\delta \Delta_1 (\delta)} = \varphi, \tag{11}$$

$$\frac{\operatorname{tg} k\delta}{\beta \operatorname{tg} \delta} = \alpha \tag{12}$$

$$\frac{\vartheta'}{v_x'} \cos \delta = \frac{g v_o^n}{w_o} \cdot \varphi \cdot \frac{\cos^{n+1} \vartheta}{v_x^{n+1}} - \frac{\alpha}{v_x} \delta_1 \tag{13}$$

$$\frac{\sigma'}{v_x'} \cos \delta = \frac{1}{v_x} \cdot \frac{\operatorname{tg} k\delta}{\beta \operatorname{tg} \delta} \delta_{11} = \frac{\alpha}{v_x} \delta_{11} \tag{14}$$

Zu beachten bleibt, daß die Veränderlichen ζ, φ und α nur innerhalb verhältnißmäßig enger Grenzen sich bewegen werden.

Die Anſatzgleichungen (6) lauten nun:

$$\frac{d\delta_i}{dv_x} = \frac{\zeta}{h\cos\vartheta}\,\delta_{ii} + \frac{\alpha}{v_x}\,\delta_i - \frac{g v_0^n}{w_0}\cdot\varphi\cdot\frac{\cos^{n+1}\vartheta}{v_x^{n+1}} \tag{15}$$

$$\frac{d\delta_{ii}}{dv_x} = -\frac{\zeta}{h\cos\vartheta}\,\delta_i + \frac{\alpha}{v_x}\,\delta_{ii} \tag{16}$$

Da eine allgemeine Integrirung hier ſelbſtverſtändlich ausgeſchloſſen iſt, wird man ſich damit begnügen müſſen, die letzteren Gleichungen nur innerhalb angemeſſen zu beſtimmender Grenzen zu integriren, und hierbei ζ, φ, α, vor Allem aber das gegen der ſtarken Krümmung der Flugbahn am raſcheſten veränderliche $\cos\vartheta$*) durch die entſprechenden Mittelwerthe erſetzen.

Benennt man mit μ eine demnächſt zu beſtimmende Funktion von v_x, ſo findet man leicht aus (15) und (16):

$$\frac{(\delta_i + \mu\,\delta_{ii})}{dv_x} = \left(\frac{\alpha}{v_x} - \frac{\zeta\mu}{h\cos\vartheta}\right)\delta_i + \left(\frac{d\mu}{dv_x} + \frac{\alpha}{v_x}\mu + \frac{\zeta}{h\cos\vartheta}\right)\delta_{ii} - \frac{g v_0^n}{w_0}\,\varphi\cdot\frac{\cos^{n+1}\vartheta}{v_x^{n+1}}$$

Wählt man nun μ nach der Bedingung, daß ſei:

$$\frac{d\mu}{dv_x} + \frac{\alpha}{v_x}\mu + \frac{\zeta}{h\cos\vartheta} = \left(\frac{\alpha}{v_x} - \frac{\zeta\mu}{h\cos\vartheta}\right)\mu, \text{ alſo}$$

$$\frac{d\mu}{dv_x} = -\frac{\zeta}{h\cos\vartheta}\,(1+\mu^2),$$

und es genügt für μ:

$$\mu = \operatorname{tg}\left\{\frac{1}{h}\int_{v_x}^{v_{xp}}\frac{\zeta}{\cos\vartheta}\,dv_x\right\}$$

*) Man könnte deshalb und mit Rückſicht darauf, daß bei geringeren Geſchwindigkeiten v_x auch nur in geringem Maße ſich ändert, verſucht ſein, etwa ϑ als Unveränderliche der Integrirung zu wählen. Doch empfiehlt ſich dies Verfahren weniger, da die nach ϑ vorkommenden Integrale zwar in geſchloſſener Form ausführbar, aber von ſehr unhandlicher Geſtaltung ſind.

wenn v_{xp} derjenige Werth von v_x sein soll, mit welchem die Integrirung beginne; sei nun $\left(\frac{\zeta}{\cos\vartheta}\right)_m$ der den obigen Grenzen entsprechende Mittelwerth:

$$\mu = \operatorname{tg}\left\{\frac{1}{h}\left(\frac{\zeta}{\cos\vartheta}\right)_m (v_{xp} - v_x)\right\} = \operatorname{tg}\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)$$

$$\frac{1}{q} = \frac{1}{h}\left(\frac{\zeta}{\cos\vartheta}\right)_m \tag{17}$$

Demnach ist:

$$\frac{d}{dv_x}(\delta_i + \operatorname{tg}\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\cdot\delta_{ii}) + \left(\frac{1}{q}\operatorname{tg}\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right) - \frac{\alpha}{v_x}\right)$$
$$\left[\delta_i + \operatorname{tg}\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\delta_{ii}\right] + \frac{g v_o^n}{w_o}\cdot\frac{\varphi\cdot\cos^{n+1}\vartheta}{v_x^{n+1}} = 0$$

Die Integrirung liefert, wenn hierbei auch α und $\varphi\cos^{n+1}\vartheta$ durch seinen durch den Zeiger m angedeuteten Mittelwerth ersetzt ist, und unter Berücksichtigung der Anfangswerthe:

$$\delta_i + \operatorname{tg}\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\delta_{ii} = \frac{v_x^{\alpha_m}}{\cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)}$$

$$\left[\frac{\delta_{ip}}{v_{x_p}^{\alpha_m}} + \frac{g v_o^n}{w_o}(\varphi\cos^{n+1}\vartheta)_m \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\cos\frac{v_{xp} - v_x}{q}}{v_x^{n+1+\alpha_m}}\,dv_x\right]$$

oder:

$$\cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\delta_i + \sin\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\delta_{ii} = v_x^{\alpha_m}$$

$$\left[\frac{\delta_{ip}}{v_{x_p}^{\alpha_m}} + \frac{g v_o^n}{w_o}(\varphi\cos^{n+1}\vartheta)_m \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)}{v_x^{n+1+\alpha_m}}\,dv_x\right]$$

In ganz ähnlicher Weise leitet man ab, da auch

$$\mu = -\operatorname{cotg}\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right) \text{ genügt:}$$

$$\sin\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)\delta_i-\cos\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)\delta_{ii}=v_x^{\alpha_m}\left[-\frac{\delta_{ii\,p}}{v_{x_p}^{\alpha_m}}\right.$$

$$\left.+\frac{g v_o^n}{w_o}(\varphi\cos^{n+1}\vartheta)_m\int_{v_x}^{v_{xp}}\frac{\sin\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)}{v_x^{n+1+\alpha_m}}\,dv_x\right]$$

Hieraus findet man nun leicht, wenn u eine Veränderliche ist, und v_x unabhängig nach u:

$$(17a)\quad \delta_i=v_x^{\alpha_m}\left[\frac{1}{v_{xp}^{\alpha_m}}\left(\delta_{ip}\cos\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)-\delta_{ii\,p}\sin\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)\right)\right.$$

$$\left.+\frac{g v_o^n}{w_o^n}(\varphi\cos^{n+1}\vartheta)_m\int_{v_x}^{v_{xp}}\frac{\cos\left(\frac{u-v_x}{q}\right)du}{u^{n+1+\alpha_m}}\right]$$

$$(17b)\quad \delta_{ii}=v_x^{\alpha_m}\left[\frac{1}{v_{xp}^{\alpha_m}}\left(\delta_{ip}\sin\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)+\delta_{ii\,p}\cos\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)\right)\right.$$

$$\left.+\frac{g v_o^n}{w_o^n}(\varphi\cos^{n+1}\vartheta)_m\int_{v_x}^{v_{xp}}\frac{\sin\left(\frac{u-v_x}{q}\right)}{u^{n+1+\alpha_m}}\,du\right]$$

Entwickelt man die vorkommenden Integrale durch theilweise Integrirung, so wird man besonders im Hinblick auf die möglichste Vereinfachung der Formeln die Entwickelung schon nach dem ersten Gliede abbrechen dürfen, da das Restglied dann zu dem letztentwickelten Gliede im Verhältniß $\frac{q}{v_{xp}}$ steht, welches immer ein kleiner Bruch ist. Mit dieser Kürzung ist nun:

$$\int_{v_x}^{v_{xp}}\frac{\cos\left(\frac{u-v_x}{q}\right)du}{u^{n+1+\alpha_m}}=\frac{q}{v_{xp}^{n+1+\alpha_m}}\sin\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)$$

$$\int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\sin\left(\frac{u - v_x}{q}\right)}{u^{n+1+\alpha_m}}\, du = \frac{q}{v_x^{n+1+\alpha_m}} - \frac{q}{v_{xp}^{n+1+\alpha_m}} \cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)$$

und mithin:

$$(18a) \qquad \delta_l = \left(\frac{v_x}{v_{xp}}\right)^{\alpha_m} \left[\left(\frac{q \frac{g v_o^n}{w_o} (\varphi \cos^{n+1}\vartheta)_m}{v_{xp}^{n+1}} - \delta_{lp}\right) \sin\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right) + \delta_{lp} \cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\right]$$

$$(18b) \qquad \delta_{ll} = \frac{q \frac{g v_o^n}{w_o} (\varphi \cos^{n+1}\vartheta)_m}{v_x^{n+1}} - \left(\frac{v_x}{v_{xp}}\right)^{\alpha_m} \left[\left(\frac{q \frac{g v_o^n}{w_o} (\varphi \cos^{n+1}\vartheta)_m}{v_{xp}^{n+1}} - \delta_{lp}\right) \cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right) - \delta_{lp} \sin\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\right]$$

In diesen Gleichungen sind nun die für die Integrirung konstant angenommenen Größen q, α_m, $(\varphi \cos^{n+1}\vartheta)_m$ durch die den Grenzen v_x und v_{xp} entsprechenden Mittelwerthe zu ersetzen, welche man am einfachsten durch das arithmetische Mittel der betreffenden Grenzwerthe bestimmen kann.

Man nenne nach (7):

$$(19) \qquad 1 + \operatorname{tg}\vartheta_p \frac{\operatorname{tg}(k_p \delta_p)}{\sin \delta_p} \delta_{lp} = \beta_p$$

ferner nach (10) und (17):

$$(20) \qquad \left(\frac{\zeta}{\cos\vartheta}\right)_m = \tfrac{1}{2}\left(\frac{\Delta_2(\delta_p)}{\beta_p \cos\vartheta_p \cos(k_p \delta_p)} + \frac{\Delta_2(\delta)}{\beta \cos\vartheta \cos k\delta}\right) = \Theta_1(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)$$

so ist

$$(21) \qquad \frac{1}{q} = \frac{1}{h} \Theta(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)$$

Nach (11):

$$2) \quad (\varphi \cos^{n+1}\vartheta)_m = \tfrac{1}{2}\left(\frac{\cos^{n+1}\vartheta_p \cos\delta_p}{\beta_p \cos(k_p\delta_p)\,\Delta_1(\delta_p)} = \frac{\cos^{n+1}\vartheta\cos\delta}{\beta\cos k\delta\,\Delta_1(\delta)}\right)$$
$$= \Theta_2(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)$$

nd endlich nach (12):

$$3) \qquad a_m = \tfrac{1}{2}\left(\frac{\operatorname{tg}(k_p\delta_p)}{\beta_p \operatorname{tg}\delta_p} + \frac{\operatorname{tg} k\delta}{\beta \operatorname{tg}\delta}\right) = A(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)$$

Hier bedeuten ϑ_p, δ_p, β_p, k_p ꝛc. die dem Zeitpunkte t_p ent-rechenden Anfangswerthe von bezw. ϑ, δ, β, k . . . .

Eine rechneriſche Verwerthung der gefundenen Formeln kann ſt nach den Entwickelungen der nächſten Paragraphen erfolgen.

§ 17. Bewegung des Geſchoßſchwerpunktes im Aufriß uf die lothrechte Schußebene bei beliebig großen Ab-eichungen der Geſchoßlängenachſe von der Flugbahn-berührenden.

Die Betrachtung der Gleichungen (8) und (4a) des § 16 ßt leicht erkennen, daß, auch bei beliebigen Abweichungen der eſchoßlängenachſe von der Flugbahntangente, alſo auch bei irker gekrümmten Flugbahnen, dieſelben *nahezu* in diejenigen s § 12 (2) und (5) übergehen werden, wenn w *im Ver-ältniß zu* v gering bleibt, wie dies bei ſtark gekrümmten Flug-hnen meiſt ſtattfinden wird. In dieſem Falle wird alſo die ößere oder geringere Abweichung der Geſchoßachſe auf die Geſtalt r Flugbahn im Aufriß auf die lothrechte Schußebene ohne *erkbare* Einwirkung ſein.

Beabſichtigt man aber *dennoch* dieſe Einwirkung rechnungs-äßig darzuſtellen, ſo kann man, da an eine Integrirung in ſchloſſener Form nicht zu denken iſt, auch hier nur ſo verfahren, ß man innerhalb *angemeſſen zu beſtimmender* Grenzen tegrirt und hierbei die verhältnißmäßig in geringem Maße ſich ndernden Größen durch ihre entſprechenden Mittelwerthe erſetzt.

Die Anfangswerthe der betreffenden Veränderlichen ſollen uch hier überall durch den Zeiger p angedeutet werden.

Nach § 16 (4) ist:

$$\left(\frac{\operatorname{tg}\,\vartheta}{\sin\lambda}\right)' = -\frac{g}{v_x} + \frac{w}{v_x\cos\vartheta}\cdot\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,\delta_1$$

wenn das Glied mit cos λ [wegen cos λ nahe = 0 und im Hinblick auf § 16 (8)] fortgelassen wird.

Hieraus ist auch nach § 16 (8):

$$\frac{\left(\frac{\operatorname{tg}\,\vartheta}{\sin\lambda}\right)'}{v_x'} = \frac{g v_o^n}{w_o}\,\frac{1}{v_x^{n+1}}\,\frac{\cos^{n-1}\vartheta}{\beta\cos k\delta\,J_1(\delta)} - \frac{1}{v_x\cos^2\vartheta}\cdot\frac{\operatorname{tg} k\delta}{\beta\sin\delta}\,\delta_1$$

und

$$\frac{d\left(\frac{\operatorname{tg}\,\vartheta}{\sin\lambda}\right)}{dv_x} = \frac{g v_o^n}{w_o}\,\frac{1}{v_x^{n+1}}\left\{\frac{\cos^{n-1}\vartheta}{\beta\cos(k\delta)J_1(\delta)}\left(1 - \frac{w_o}{g v_o^n}\,\frac{v^n}{\cos\vartheta}\cdot\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,J_1(\delta)\,\delta_1\right)\right.$$

Hier wird es genügen, den Ausdruck in den { } = Klammern durch einen einzigen Mittelwerth zu ersetzen. Sei nun:

$$(1)\qquad \Theta_2(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta) = \tfrac{1}{2}\left[\frac{\cos^{n-1}\vartheta_p}{\beta_p\cos(k_p\,\delta_p)\,J_1(\delta_p)}\right.$$

$$\left(1 - \frac{w_o\,v_p^n}{g\,v_o^n\cos\vartheta_p}\cdot\frac{\sin k_p\,\delta_p}{\sin\delta_p}\,J_1(\delta_p)\,\delta_{1p}\right) + \frac{\cos^{n-1}\vartheta}{\beta\cos k\delta\,J_1(\delta)}$$

$$\left.\left(1 - \frac{w_o}{g v_o^r}\,\frac{v^n}{\cos\vartheta}\,\frac{\sin k\delta}{\sin\delta}\,J_1(\delta)\,\delta_1\right)\right]$$

so ergiebt die Integrirung innerhalb der Grenzen v_{xp} und v_x nach § 12 (15a):

$$(2)\qquad \frac{\operatorname{tg}\,\vartheta}{\sin\lambda} = \frac{\operatorname{tg}\,\vartheta_p}{\sin\lambda_p} - \frac{g}{w_o}\,\frac{\Theta_2(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)}{\cos^n\vartheta_o}\cdot\left(\frac{v_{xo}}{v_{xp}}\right)^n \psi_1\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

Nach § 16 (8) ist (sin λ = 1 angenommen):

$$v_x' = -\frac{w_o}{v_o^n}\,\frac{v_x^n\cdot\beta\cos k\delta}{\cos^{n-1}\vartheta}\,J_1(\delta) \quad \text{und}$$

$$\frac{dt}{dv_x} = -\frac{v_o^n}{w_o}\,\frac{1}{v_x^n}\cdot\frac{\cos^{n-1}\vartheta}{\beta\cos k\delta\,J_1(\delta)}$$

und setzt man:

$$(3)\qquad \Theta(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta) = \tfrac{1}{2}\left[\frac{\cos^{n-1}\vartheta_p}{\beta_p\cos(k_p\,\delta_p)\,J_1(\delta_p)} + \frac{\cos^{n-1}\vartheta}{\beta\cos k\delta\,J_1(\delta)}\right]$$

so wird nach § 12 (15b)

$$(4) \qquad t = t_p + \frac{v_o}{w_o} \frac{\Theta\,(\vartheta_p,\ \delta_p,\ \vartheta,\ \delta)}{\cos^{n-1}\vartheta_o} \left(\frac{v_{xo}}{v_{xp}}\right)^{n-1} {}_1\Psi_2\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

Ferner ist:

$$x = x_p + \int_{t_p}^{t} v_x\,dt = x_p + \frac{v_o^{\,n}}{w_o} \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\cos^{n-1}\vartheta}{\beta\,\cos\,k\delta\ \Delta_1\,(\delta)} \cdot \frac{dv_x}{v_x^{\,n-1}}$$

und nach (3) und 12 (15c):

$$(5) \qquad x = x_p + \frac{v_o^{\,2}}{w_o} \frac{\Theta\,(\vartheta_p,\ \delta_p,\ \vartheta,\ \delta)}{\cos^{n-2}\vartheta_o} \left(\frac{v_{xo}}{v_{xp}}\right)^{n-2} {}_1\Psi_2\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

da $\frac{\operatorname{tg}\vartheta}{\sin\lambda} = \frac{v_y}{v_x}$, so hat man nach (2), da jetzt $\sin\lambda = 1$ gesetzt werden darf:

$$(6) \quad v_y = \operatorname{tg}\vartheta_p \cdot v_x - \frac{g}{v_o} \frac{\Theta_2\,(\vartheta_p,\ \delta_p,\ \vartheta,\ \delta)}{\cos^{n}\vartheta_o} \left(\frac{v_{xo}}{v_{xp}}\right)^{n} \cdot v_x\ {}_1\Psi_1\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

und, da ferner $y = y_p + \int_{t_p}^{t} v_y\,dt$ ist nach § 12 (15d):

$$(7) \qquad y = y_p + \operatorname{tg}\vartheta_p\,(x - x_p) - g\left(\frac{v_o}{w_o}\right)^2 \frac{\Theta_2(\vartheta_p\ \delta_p,\ \vartheta,\ \delta)\ \ \Theta\,(\vartheta_p\ \delta_p\ \vartheta,\ \delta)}{\cos^{2n-2}\vartheta_o} \left(\frac{v_{xo}}{v_{xp}}\right)^{2n-2} {}_1\Psi_4\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

Die Formeln (1) bis (7) gehen für $\delta = 0$ in die entsprechenden des § 12 über.

§ 18. Bewegung des Geschoßschwerpunktes im Grundriß auf die wagerechte Ebene bei beliebig großen Abweichungen der Geschoßlängenachse von der Flugbahnberührenden.

Die Einwirkung einer größeren Abweichung der Geschoßachse wird sich besonders bei der Gestaltung der Flugbahn im Grundriß auf die wagerechte Ebene äußern.

Auch hier wird das Verfahren dasselbe sein müssen wie das im vorigen Paragraphen eingeschlagene:

Nach § 16 (15) ist, da

$$\sigma' = \cos\vartheta\,\lambda' = -\cos\vartheta\,\sin^2\lambda\,(\operatorname{cotg}\lambda)'$$

$$\frac{(\operatorname{cotg}\lambda)'}{v_x'} = -\frac{1}{v_x}\frac{1}{\cos\vartheta\,\sin^2\lambda}\cdot\frac{\operatorname{tg} k\delta}{\beta\sin\delta}\,\delta_{ii} \text{ und}$$

$$(1)\qquad \operatorname{cotg}\lambda = \operatorname{cotg}\lambda_p + \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{1}{\cos\vartheta\,\sin^2\lambda}\,\frac{\operatorname{tg} k\delta}{\beta\sin\delta}\,\frac{\delta_{ii}}{v_x}\,dv_x$$

und nach § 16 (18b):

$$(2)\qquad \frac{\delta_{ii}}{v_x} = \frac{h g\, v_o^n}{w_o}\,\frac{\Theta_2(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)}{\Theta_1(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)}\,\frac{1}{v_x^{n+2}} - \frac{1}{v_{x_p}^{\alpha_m}\, v_x^{1-\alpha_m}}$$

$$\left[\left(\frac{h g\, v_o^n}{w_o}\cdot\frac{\Theta_2(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)}{\Theta_1(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)}\,\frac{1}{v_{x_p}^{n+1}} - \delta_{ip}\right)\cos\frac{v_{x_p} - v_x}{q} - \delta_{ip}\sin\left(\frac{v_{x_p} - v_x}{q}\right)\right]$$

Faßt man wieder alle veränderlichen Größen, welche nicht v_x enthalten, zusammen und denkt sie durch ihre Mittelwerthe ersetzt, so werden folgende Einzelintegrale entstehen:

$$(3)\qquad v_{x_p}^{n+1}\int_{v_x}^{v_{xp}}\frac{dv_x}{v_x^{n+2}} = \frac{\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{n+1} - 1}{n+1} = q\,\varphi_o\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

nach § 14 (6); ferner:

$$(4)\qquad \frac{1}{v_{xp}^{\alpha_m}}\int_{v_x}^{v_{xp}}\frac{\cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)}{v_x^{1-\alpha_m}}\,dv_x = \frac{q}{v_x}\left(\frac{v_x}{v_{xp}}\right)^{\alpha_m}\sin\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)$$

wenn man gleich das Restglied fortläßt, welches zu dem ersten Gliede in dem kleinen Verhältnisse $\frac{q}{v_x}$ steht und hier vernachlässigt werden kann.

Ebenſo iſt:

$$(5)\quad \frac{1}{v_{xp}^{\alpha}} \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\sin\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)}{v_x^{1-\alpha_m}}\, dv_x = \frac{q}{v_{xp}}\left[1-\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{1-\alpha_m}\cos\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)\right]$$

Führt man ein zur Abkürzung (da $\sin^2\lambda = 1$ geſetzt werden darf):

$$(6)\quad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{\cos\vartheta_p}\cdot\frac{\operatorname{tg}(k_p\delta_p)}{\beta_p\sin\delta_p}+\frac{1}{\cos\vartheta}\cdot\frac{\operatorname{tg} k\delta}{\beta\sin\delta}\right)=A_1(\vartheta_p\,\delta_p,\vartheta,\delta)$$

ſo ergiebt ſich:

$$(7)\quad \operatorname{cotg}\lambda = \operatorname{cotg}\lambda_p + \frac{h g \frac{v_o^n}{w_o}}{\Theta_1(\vartheta_p,\delta_p,\vartheta,\delta)}\,\frac{\Theta_2(\vartheta_p,\delta_p,\vartheta,\delta)}{v_{xp}^{n+1}}\,A_1(\vartheta_p,\delta_p,\vartheta,\delta)$$

$$\left[\Psi_o\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)-\left(1-\frac{v_{xp}^{n+1}\,\Theta_1(\vartheta_p,\delta_p,\vartheta,\delta)}{h g \frac{v_o^n}{w_o}\,\Theta_2(\vartheta_p,\delta_p,\vartheta,\delta)}\,\delta_{ip}\right)\right.$$

$$\frac{h}{\Theta_1(\vartheta_p\,\delta_p,\vartheta,\delta)\,v_x}\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{\alpha_m}\sin\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)$$

$$+\frac{v_{xp}^n}{g\frac{v_o^n}{w_o}\,\Theta_2(\vartheta_p,\delta_p,\vartheta\,\delta)}\,d_{ip}\left(1-\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{1-\alpha_m}\cos\right.$$

$$\left.\left.\left(\frac{v_{xp}-v_x}{q}\right)\right)\right]$$

wo die letzten beiden periodiſchen Glieder unbedeutend ſind im Vergleich zu $\Psi_o\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$ und nach Bedarf auch fortgelaſſen werden können.

Es iſt weiter:

$$(8)\qquad v_z = v_x \operatorname{cotg}\lambda \quad \text{und}$$

$$z = z_p + \int_{t_p}^{t} \operatorname{cotg}\lambda\, v_x\, dt$$

oder nach § 17 (2) und (3):

$$(9) \qquad z = z_p + \frac{v_o^n}{w_o} \Theta(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta) \int_{v_x}^{v_{xp}} \operatorname{cotg} \lambda \, \frac{dv_x}{v_x^{n-1}}$$

Hier entstehen folgende Einzelintegrale:

$$(10) \qquad \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{n+1} - 1}{(n+1)\, v_x^{n-1}} \, dv_x = \frac{1}{v_{xp}^{n-2}}$$

$$\cdot \frac{(n-2)\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{2n-1} - (2n-1)\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{n-2} + n + 1}{(n+1)(n-2)(2n-1)} = \frac{1}{v_{xp}^{n-2}} \psi_3\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

(vergl. § 14 (11)):

$$(11) \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{dv_x}{v_x^{n-1}} = \frac{1}{v_{xp}^{n-2}} \cdot \frac{\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)^{n-2} - 1}{n-2} = \frac{1}{v_{xp}^{n-2}} \psi_3\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

(nach § 12 (15c)):

$$(12) \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\sin\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)}{v_x^{n+\alpha_m}} \, dv_x = \frac{h}{\Theta_1(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)} \left(\frac{1}{v_{xp}^{n+\alpha_m}} - \frac{1}{v_x^{n+\alpha_m}} \cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)\right)$$

$$(13) \int_{v_x}^{v_{xp}} \frac{\cos\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)}{v_x^{n-\alpha_m}} \, dv_x = \frac{h}{\Theta_1(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)\, v_x^{n-\alpha_m}} \sin\left(\frac{v_{xp} - v_x}{q}\right)$$

wenn wieder die Restintegrale als unbedeutend fortgelassen werden.

Man erhält nun:

$$(14) \qquad z = z_p + \operatorname{cotg} \lambda_p \, (x - x_p)$$

$$+ \frac{g h v_o}{w_o^2} \left(\frac{v_{xo}}{v_{xp}}\right)^{2n-1} \cdot \frac{\Theta(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)\ \Theta_2(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta)}{\Theta_1(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta) \cos^{2n-1}\vartheta_o}$$

$$\cdot A_1(\vartheta_p, \delta_p, \vartheta, \delta) \cdot \psi_3\left(\frac{v_{xp}}{v_x}\right)$$

wenn man auch hier die periodischen Restglieder mit den Faktoren $\frac{h^2}{v_x^2}$ .. als unbedeutend vernachlässigt.

Die Formeln (7) und (15) gehen in die (10) und (12) des § 14 über, wenn man $\delta = 0$ setzt.

§ 19. Anwendung der letztgewonnenen Ergebnisse auf die Flugbahnberechnung.

Es ist nicht in Abrede zu stellen, daß die Anwendung der in den §§ 15 bis 18 aufgestellten Formeln eine ziemlich mühsame und zeitraubende ist. Dennoch erscheint sie unerläßlich, wenn bei stark gekrümmten Flugbahnen und großen fortschreitenden Drehgeschwindigkeiten der nicht unerhebliche Einfluß, welchen die Abweichung der Geschoßlängenachse von der Flugbahnberührenden ausübt, rechnungsmäßig zur Darstellung gebracht werden soll. Dieser Einfluß, verhältnißmäßig geringfügig im Aufriß auf die lothrechte Schußebene, wird sich besonders stark im Grundriß auf die wagerechte Ebene äußern.

Will man eine Berechnung wirklich vornehmen, so ist zunächst die Anzahl der Theile zu bestimmen, innerhalb deren eine einheitliche Formel zu Grunde zu legen ist. Diese Anzahl ist von der Krümmung der Flugbahn, also von der Erhöhung, abhängig. Man wird zweckmäßig und ohne großen Fehler so verfahren können, daß man bei Neigungen der Bahn bis zu 30° den Unterschied des Anfangs- und Endwerthes von ϑ etwa zu 15° $\left(=\frac{\pi}{12}\right)$ bei größeren Neigungen etwa zu 10° $\left(=\frac{\pi}{18}\right)$ bestimmt.

Man nehme nun zuerst $\vartheta_p = \vartheta_o$, $v_{xp} = v_{xo}$, $\delta = 0$, $k = k_o$ ꝛc., setze in § 17 (2) $\vartheta = \vartheta_o - \frac{\pi}{12}$ $\left(\text{bez.} = \vartheta_o - \frac{\pi}{18}\right)$ und berechne hiernach v_x, hierauf nach § 16 (18a) und (18b) δ_i und δ_{ii} unter Berücksichtigung der Ergebnisse des § 15 und kann nun genügend genaue Endwerthe $\left(\text{entsprechend } \vartheta = \vartheta_o - \frac{\pi}{18} \text{ bezw. } \vartheta_o - \frac{\pi}{12}\right)$ von v_x, δ_i, δ_{ii} und dann auch die übrigen Größen t, x, y, λ, z erhalten. Die so erhaltenen Endwerthe sind nun die Anfangs-

werthe für den zweiten Theil, welcher den Grenzen $\vartheta_p = \vartheta_0 - \frac{\pi}{18}$ $\left(\text{oder} = \vartheta_0 - \frac{\pi}{12}\right)$ und $\vartheta = \vartheta_0 - 2\,\frac{\pi}{18}$ $\left(\text{oder } \vartheta_0 - 2 \cdot \frac{\pi}{12}\right)$ entspricht, berechne wieder v_x, δ_i, δ_{ii}, indem man vorläufig in den rechten Seiten der betreffenden Gleichungen $\delta = \delta_p$ ꝛc. beläßt, und kann demnächst genauere Endwerthe von v_x, δ_i, δ_{ii} für den zweiten Theil und hierauf t, x, y, λ, z finden.

In der nämlichen Weise hat man die Berechnung bis zum Ende der Flugbahn fortzuführen.

Beispiel. Es sei (wie im § 13 I) für ein Artilleriegeschoß

$$n = 2, \quad v_0 = 200^m, \quad \vartheta_0 = 60°, \quad w_0 = 2^m.$$

Gemäß den Bezeichnungen des § 15 I, II und III sei:

$$r = 0{,}105^m, \quad \xi_B = 0{,}233^m, \quad \xi_H = 0{,}327^m.$$

Die Geschoßspitze bestehe aus vier abgestumpften Kegeln (also N = 4), die Höhe jedes derselben sei $d = 0{,}0525^m$; die halben Kegelwinkel (α_R) seien vom Boden nach der Spitze zu gerechnet bezw.

$$\text{arctg}\,(\tfrac{1}{2}),\quad \text{arctg}\,(\tfrac{2}{3}),\quad \text{arctg}\,(\tfrac{3}{2}),\quad \text{arctg}\,(\tfrac{1}{2}),$$

die mittleren Halbmesser (r_R) bezw.

$$0{,}103^m,\quad 0{,}094^m,\quad 0{,}077^m,\quad 0{,}050^m$$

die Abstände (ξ_R) der mittleren Abstände vom Schwerpunkte bezw.

$$0{,}120^m,\quad 0{,}172^m,\quad 0{,}225^m,\quad 0{,}277^m$$

der Halbmesser des Geschoßkopfes (r_K) = $0{,}035^m$, sein Abstand vom Schwerpunkte $\xi_K = 0{,}303^m$.

Die Ausdrücke W_ξ, W_{η_i}, M_{ζ_i} (im § 15) sind dann verschieden zu berechnen je nach der Größe von δ. Man findet, wenn die betreffenden Größen durch die Zeiger I, II, III, IV, V angedeutet werden, und m die Geschoßmasse ist:

I. $\delta < \text{arctg}\,(\tfrac{1}{2})$

$$\frac{W_{\xi I}}{m} = -\,0{,}00005\quad v^2\,[1 + 0{,}42766\,\sin^2\delta]$$

$$\frac{W_{\eta_i I}}{m} = \quad 0{,}000138\quad v^2\,[\cos\delta + 1{,}98913\,\sin\delta]\,\sin\delta$$

$$\frac{W_{\zeta_i I}}{\quad} = \quad 0{,}0000292\quad v^2\,[\cos\delta - 0{,}65747\,\sin\delta]\,\sin\delta$$

II. $\operatorname{arctg}\frac{1}{12} < \delta < \operatorname{arctg}\frac{5}{12}$:

$$\frac{W_{\xi II}}{m} = \frac{W_{\xi I}}{m} - 0{,}00005\,v^2\left[-(0{,}00074 + 0{,}00529\sin^2\delta)\arccos\left[\frac{1}{12\operatorname{tg}\delta}\right] + 0{,}01339\sin\delta\cos\delta\sqrt{1-\frac{1}{144\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

$$\frac{W_{\eta,II}}{m} = \frac{W_{\eta,I}}{m} + 0{,}00038\,v^2\left[-0{,}03886\sin\delta\cos\delta\arccos\left[\frac{1}{12\operatorname{tg}\delta}\right] + (0{,}00108 + 0{,}30978\sin^2\delta)\sqrt{1-\frac{1}{144\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

$$\frac{M_{\zeta,II}}{m} = \frac{M_{\zeta,I}}{m} + 0{,}0000292\,v^2\left[-0{,}02033\sin\delta\cos\delta\arccos\left[\frac{1}{12\operatorname{tg}\delta}\right] + (0{,}00056 + 0{,}16211\sin^2\delta)\sqrt{1-\frac{1}{144\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

III. $\operatorname{arctg}\left(\frac{3}{12}\right) < \delta < \operatorname{arctg}\frac{5}{12}$:

$$\frac{W_{\xi III}}{m} = \frac{W_{\xi II}}{m} + 0{,}00005\,v^2\left[-(0{,}01742 + 0{,}12191\sin^2\delta)\arccos\left[\frac{1}{4\operatorname{tg}\delta}\right] + 0{,}10452\sin\delta\cos\delta\sqrt{1-\frac{1}{16\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

$$\frac{W_{\eta,III}}{m} = \frac{W_{\eta,II}}{m} + 0{,}000138\,v^2\left[-0{,}10108\sin\delta\cos\delta\arccos\left[\frac{1}{4\operatorname{tg}\delta}\right] + (0{,}00842 + 0{,}26111\sin^2\delta)\sqrt{1-\frac{1}{16\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

$$\frac{M_{\zeta,III}}{m} = \frac{M_{\zeta,II}}{m} + 0{,}0000292\,v^2\left[-0{,}07060\sin\delta\cos\delta\arccos\left[\frac{1}{4\operatorname{tg}\delta}\right] + (0{,}00588 + 0{,}18237\sin^2\delta\sqrt{1-\frac{1}{16\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

IV. $\operatorname{arctg}\frac{5}{12} < \delta < \operatorname{arctg}\frac{1}{1}$:

$$\frac{W_{\xi IV}}{m} = \frac{W_{\xi III}}{m} - 0{,}00005\,v^2\left[-(0{,}0592 + 0{,}11171\sin^2\delta)\operatorname{arctg}\left[\frac{5}{12\operatorname{tg}\delta}\right] + 0{,}21390\sin\delta\cos\delta\sqrt{1-\frac{25}{144\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

$$\frac{W_{\eta,IV}}{m} = \frac{W_{\eta,III}}{m} + 0{,}000138\,v^2\left[-0{,}07832\sin\delta\cos\delta\arccos\left[\frac{5}{12\operatorname{tg}\delta}\right] + (0{,}01724 + 0{,}18118\sin^2\delta)\sqrt{1-\frac{25}{144\operatorname{tg}^2\delta}}\right]$$

$$\frac{M_{\zeta,IV}}{m} = \frac{M_{\zeta,III}}{m} + 0{,}0000292\ v^2 \left[-0{,}11208 \sin\delta \cos\delta \arccos\left[\frac{5}{12 \operatorname{tg}\delta}\right] \right.$$
$$\left. + (0{,}01557 + 0{,}16376 \sin^2\delta) \sqrt{1 - \frac{25}{144 \operatorname{tg}^2\delta}} \right]$$

V. $\operatorname{arctg}\left(\frac{r}{z}\right) < \delta$:

$$\frac{W_{\xi,V}}{m} = \frac{W_{\xi,IV}}{m} - 0{,}00005\ v^2 \left[-(0{,}09383 + 0{,}04412 \sin^2\delta) \arccos\left[\frac{7}{12 \operatorname{tg}\delta}\right] \right.$$
$$\left. + (0{,}24129 \sin\delta \cos\delta) \sqrt{1 - \frac{49}{144 \operatorname{tg}^2\delta}} \right.$$

$$\frac{W_{\eta,V}}{m} = \frac{W_{\eta,IV}}{m} + 0{,}000138\ v^2 \left[-0{,}10000 \sin\delta \cos\delta \arccos\left[\frac{7}{12 \operatorname{tg}\delta}\right] \right.$$
$$\left. + (0{,}01945 + 0{,}09484 \sin^2\delta) \sqrt{1 - \frac{49}{144 \operatorname{tg}^2\delta}} \right.$$

$$\frac{M_{\zeta,V}}{m} = \frac{M_{\zeta,IV}}{m} + 0{,}0000292\ v^2 \left[-0{,}11530 \sin\delta \cos\delta \arccos\left[\frac{7}{12 \operatorname{tg}\delta}\right] \right.$$
$$\left. + (0{,}02242 + 0{,}10934 \sin^2\delta) \sqrt{1 - \frac{49}{144 \operatorname{tg}^2\delta}} \right]$$

Ferner ergiebt sich (vergl. § 15 (35) und (36)):

$$k_o = 1{,}7706$$
$$\xi_{i_0} = 0{,}1178.$$

Der Trägheitshalbmesser a des Geschosses für die Längenachse betrage $a = 0{,}08^m$. Bekanntlich ist noch, wenn der — konstante — Drallwinkel des Geschützes $\varepsilon = 5°$ sei:

$\omega_o = 2\pi \cdot \frac{v_t}{2r\pi \operatorname{otg}\varepsilon}$, so daß sich im vorliegenden Falle

$\omega_o = 166{,}65$ und der Model der Drehbewegung

$h = 1{,}826^m$

ergiebt.

Die Werthe der von δ allein abhängigen Funktionen sind aus der folgenden Tafel ersichtlich:

δ	δ	$\log \Delta_1(\delta)$	$\log \Delta_2(\delta)$	$\log \frac{\operatorname{tg} k\delta}{\operatorname{tg} \delta}$	$\log \frac{\operatorname{tg} k\delta}{\sin \delta}$
0	0°	0,0000	0,0000	0,2448	0,2448
1	4° 46′	0,0160	0,9259—1	0,3295	0,3310
2	14° 2′	0,1485	0,7683—1	0,3480	0,3612
3	22° 37′	0,3340	0,5203—1	0,2711	0,3058
4	30° 15′	0,5009	0,2009—1	0,1493	0,2129
5	45°	0,6947	0,9568—2	0,7932—1	0,9437—1

Für die folgende Durchrechnung wird es genügen, die erforder-
n Zwiſchenwerthe durch Interpolirung zu beſtimmen.

Die letzte Tafel liefert nun die Zahlenwerthe für die be-
enden Flugbahngrößen.

ϑ (Grade)	v_x (Meter)	δ_i	δ_{ii}	t (Sek.)	x (Meter)	y (Meter)	λ (Grade)	(Min.)	z (Meter)	v_y (Meter)	v_z (Meter)	v (Meter)	
+ 60	100	0	0	0	0	0	90	0	0	+ 173,2	0	200	Anfangs-werthe
+ 50	95,4	— 0,012	+ 0,087	5,5	536,8	787,4	84	51	25,3	+ 113,7	8,6	148,6	
+ 40	92,8	+ 0,019	+ 0,052	8,9	857,7	1113,9	82	30	61,1	+ 77,9	12,2	121,8	
+ 30	91,1	+ 0,062	+ 0,095	11,4	1083,8	1274,3	81	10	93,7	+ 52,6	14,2	106,1	
+ 15	89,2	+ 0,103	+ 0,155	14,2	1339,7	1382,7	79	58	136,3	+ 23,9	15,8	93,7	
± 0	87,7	+ 0,129	+ 0,245	16,6	1552,3	1411,4	79	13	175,4	± 0	16,7	89,3	
— 15	86,3	+ 0,125	+ 0,350	19,0	1757,7	1384,1	78	43	215,5	— 23,1	17,2	91,0	
— 30	84,8	+ 0,085	+ 0,431	21,6	1986,7	1287,1	78	24	261,9	— 49,0	17,4	99,5	
— 40	83,6	+ 0,009	+ 0,478	23,9	2174,2	1154,5	78	20	300,6	— 70,2	17,3	110,5	
— 50	82,1	— 0,085	+ 0,465	26,8	2418,5	906,8	78	30	350,7	— 97,9	16,7	128,8	
— 60	79,7	— 0,163	+ 0,397	32,0	2835,2	280,2	79	28	432,4	— 138,0	14,8	160,0	
— 65	78,5	— 0,201	+ 0,341	34,6	3039,0	— 124,1	80	15	468,9	— 168,4	13,5	186,3	

Literatur.

21.

Die Festung Langres während des Krieges 1870/71. Heft 15 von „Kriegsgeschichtliche Einzelschriften. Herausgegeben vom großen Generalstabe; Abtheilung für Kriegsgeschichte". Berlin 1893. Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Preis: Mk. 1,60.

In dem großen Generalstabswerke über den deutsch-französischen Krieg ist von Langres vielleicht an 8 bis 10 Stellen vorübergehend die Rede; in Moltkes Geschichte des Krieges (3. Band der Gesammelten Schriften und Denkwürdigkeiten) steht — wenn wir nicht irren — der Name des Platzes ein einziges Mal (a. a. O. S. 251).

In der That hat Langres auf den Gesammtverlauf des großen Kampfes trotz der umfassenden Landesvertheidigung eine einflußreiche oder gar maßgebende Rolle nicht gespielt; gleichwohl haben die „Berührungen", welche deutscherseits mit der Festung Langres oder in ihrem Bereiche mit feindlichen Streitkräften stattgefunden haben, die Zahl von 49 erreicht — Erkundungsbegegnungen, Ueberfälle, Scharmützel, Gefechte — kurz alle Vorkommnisse des Kleinkrieges.

Diese Vorkommnisse, eingereiht in die das Ganze umfassende große Geschichte, würden das Gesammtbild überhäuft haben, ohne ein geschlossenes Einzelbild zu liefern; Letzteres für sich aufzustellen, war daher eine sehr geeignete Aufgabe für jene Sonderleistung geschichtschreiberischer Thätigkeit, deren Kennzeichnung für Viele durch das Fremdwort „Monographie" besser gegeben wäre, als durch dessen — unleugbar sprach- und sinngemäße — Ueber-

setzung „Einzelschrift“. Verdeutschung ist nicht immer Verdeutlichung; wenigstens vorläufig, in der Uebergangszeit, nicht. Leuten aus der alten Schule thäte manchmal ein umgekehrtes Fremdwörterbuch noth, d. h. ein deutsch-fremdwörterliches; z. B. Erkundung = Rekognoszirung; Streifreiter = Kavalleriepatrouillen; Beitreibung = Requisition u. dgl.

Für die „Einzelschrift“ in Rede hat neben den deutschen Kriegsakten auch französisches Material benutzt werden können; am ausgiebigsten war die bereits 1873 in Paris „von sachkundiger Hand veröffentlichte Schrift: „Langres pendant la guerre de 1870/71 d'après les documents officiels.“

Die Bedeutung der Festungen für die Kriegführung ist eine in unseren Tagen äußerst lebhaft erörterte Frage. Die Antworten fallen sehr verschieden, ja in ganz entgegengesetztem Sinne aus.

Auf welche Seite der Verfasser der in Rede stehenden Einzelschrift sich neigt, bekennt er gleich auf der ersten Seite: „Es ist nicht ohne Werth, an der Hand der Kriegsgeschichte der Frage näher zu treten, wie weit die Angriffsbewegung einer Armee durch seitwärts liegende, feindliche Festungen gefährdet und wie weit die Armee zu Maßregeln gegen solche Festungen genöthigt werden kann. Die Festung Langres im Kriege 1870/71 bietet ein Beispiel, welches nicht sehr zu Gunsten der Festungen spricht.“

Als gewissenhafter Geschichtsschreiber unterdrückt er keineswegs Thatsachen, die man auch für entgegengesetze Auffassung ausbeuten kann. Z. B. (S. 209): „Auch General v. Werder hatte mehrfach gegen Langres erkunden lassen, nachdem er am 8. Dezember ein Telegramm des Generals v. Moltke erhalten: Langres ist von Ihnen zu beobachten.“ Dazu (S. 212): „General v. Werder, der mit dem Gros seines Korps um Dijon stand und dort die betreffenden Weisungen erst am 13. (Dezember) empfing, erhielt noch den Auftrag, die mit allen Mitteln zu fördernde Belagerung von Belfort zu decken und die Festung Langres abzuschließen. In Bezug hierauf schrieb General v. Moltke: „Einer besonderen Aufmerksamkeit Eurer Excellenz empfehle ich die Verhältnisse bei Langres. Nach einer hier vorliegenden Meldung des Generalgouvernements Lothringen dient genannte Festung als Ausgangspunkt kleiner Expeditionen gegen Neufchâteau“ (60 km nordnordöstlich von Langres), „Mirecourt“ (80 km nordöstlich) „und Epinal“ (90 km ostnordöstlich). „Es ist nothwendig,

dergleichen durchaus zu verhindern, und stelle ich in Bezug hierauf auch das gefällige Einvernehmen mit dem vorgenannten Generalgouvernement anheim, welches vielleicht im Stande sein wird, durch einen Theil seiner Okkupationstruppen für obengedachten Zweck mitzuwirken."

In den Schlußbetrachtungen heißt es (Seite 240): „Unstreitig war das Vorhandensein der Festung Langres für die deutsche Heeresleitung unbequem. Namentlich wäre die Lage des XIV. Armeekorps, während es bei Dijon stand", (65 km südsüdwestlich von Langres) „wesentlich erleichtert worden, wenn demselben statt der schwierigen Verbindung über Vesoul auf Epinal" (Vesoul 70 km ostsüdöstlich von Langres; Dijon—Vesoul über Gray 90 km; Vesoul —Epinal 70 km) „die kürzere und einfachere über Langres auf Chaumont" (65 + 30 km) „offen gestanden hätte. Die Eisenbahn Chaumont — Gray konnte dann eröffnet werden und von größtem Vortheile sein . . ." Es wird dann die Thatsache hervorgehoben, „daß deutscherseits zur Ueberwachung des Platzes niemals eine der Besatzung an Stärke auch nur annähernd gleichkommende Macht aufgeboten worden ist". Vorübergehend standen von der Feldarmee entsendete 9000 bis 10 000 Mann gegenüber der auf 15 000 Mann angewachsenen Besatzung. Die deutschen Beobachtungsabtheilungen hatten zugleich die Etappenlinien zu schützen und die feindselige Bevölkerung weiter Landstriche niederzuhalten. Während des bei Weitem größten Theils des Krieges waren nur wenige Bataillone, Schwadronen und Geschütze mit der Beobachtung betraut, „und diese Kräfte hätten kaum geringer sein können, auch wenn die Festung gar nicht vorhanden gewesen wäre, da der Etappendienst die aufgewandte Truppenzahl ohnehin nothwendig machte.

„Nur in der Zeit, als das VII. Armeekorps über Chaumont" (nördlich vom Platze in nur 30 km Mindestabstand) „und später die Südarmee über Châtillon und Nuits" (45 bezw. 80 km westlich von Langres) „vorbeimarschirten, waren in der Nähe von Langres deutsche Streitkräfte verfügbar, welche der Besatzung an Zahl überlegen waren. Aber dieselben vollzogen ihre Bewegungen trotz der Nähe des Platzes ohne Rücksicht auf denselben, und gerade hierdurch ist der Beweis von der Geringfügigkeit der Wirkung der Festung erbracht."

Der Text unserer Schrift ist durch drei auf einem Blatte vereinigte Karten dankenswerth ergänzt: eine Uebersichtskarte der weitesten Umgebung in $\frac{1}{1\,600\,000}$; eine solche des engeren Umkreises in $\frac{1}{320\,000}$ und eine der nächsten Umgebung in $\frac{1}{80\,000}$.

Mit einem für ihn sehr geringfügigen Mehraufwand von Mühe hätte der Verfasser dem Leser eine sehr viel größere Mühe und Zeitaufwendung ersparen können. Die Karten — von denen die zweitgenannte die meistgebrauchte ist — enthalten alle Ortsnamen des Vorbildes und sind ersichtlich nicht für den vorliegenden Sonderzweck zugestutzt. Infolge dessen ist es mehrfach sehr beschwerlich, die im Texte genannten Orte auf der Karte ausfindig zu machen. Am meisten dürfte der gewissenhafte Leser das auf Seite 204 u. f. empfinden.

Hier heißt es (von Ende November): Die Erscheinung der Brigade des Generals v. Kraatz habe dem Kommandanten größere Unternehmungen unthunlich erscheinen lassen, doch habe er dieselben durch Streifzüge kleiner Abtheilungen zu ersetzen unternommen. Da die Besatzung nicht durchweg für dergleichen geeignet und ausgerüstet war, wurden Freiwilligen-Kompagnien gebildet. „Es entstand somit eine Anzahl kleiner Freischaaren ...“ Nun folgt die Aufzählung ihrer Unternehmungen: „Scharmützel bei Lux.“ Der ganze Bericht umfaßt 11 Zeilen. Wo liegt Lux, oder Sacquenay? Der Leser hat bis jetzt nur mit Ortschaften im Norden von Langres zu thun gehabt. Freilich, wenn er in der Geschichte des Krieges gut bewandert ist, wird ihn die Erwähnung der badischen Brigade Keller schnell orientiren; wenn er nun aber nicht so gut bewandert ist? Da kann er lange suchen! Und es hätte doch nur hinter dem ersten „Lux“ des Beisatzes „42 km südlich“ bedurft. Hat der Leser erst „Lux“, so hat er freilich auch das nahe „Thil-Châtel“ aber nach den ganz klein geschriebenen Sacquenay, Mirebeau sur Bèze, Beire-le-Châtel wird er wahrscheinlich noch länger suchen, als 11 Zeilen Text rechtfertigen.

Auf das „Scharmützel bei Lux“ folgt der „Ueberfall von Vittel“. Sieben Zeilen Text und darin drei Ortsnamen ... an der Grenze der Karte in der oberen rechten Ecke im Nordosten des Platzes! Von da zum „Scharmützel bei Bricon“ ... im

Nordwesten! zum „Ueberfall von Nogent-le-Roi" im Norden; zum „Gefecht bei Château-Vilain" im Nordwesten ꝛc.

Die größte Erleichterung für den Leser wäre es gewesen (allerdings aber auch am kostspieligsten in der Herstellung), wenn die im Texte vorkommenden Ortsnamen roth gedruckt oder roth unterstrichen worden wären. Der Durchschnittsleser wird leicht ungeduldig, besonders beim Kartenlesen; es strengt ja auch wirklich an, aus einer Fülle von Namen einen einzelnen, noch nie gehörten herauszusuchen. Gerade im vorliegenden Falle war es aber von Wichtigkeit, die Lage aller namhaft gemachten Orte aufzufinden.

Der gewissenhafte Leser, der aus der werthvollen Einzelschrift über Langres etwas lernen will, wird schließlich ohne Zweifel die Anlage VII nicht unbeachtet lassen, in der die 49 Berührungen zusammengestellt sind. Sie sind es in chronologischer Reihe, nicht in topographischer Ordnung. Infolge dessen muß das Auge auf den Karten fortwährend Sprünge machen. Wie sehr würden ihm dieselben erleichtert, wenn die maßgebenden Namen hervorgehoben wären. Ging das aus ökonomischen Gründen bei einer Schrift, die nur 1,60 Mark kostet, vielleicht nicht an, so hätte der Verfasser konsequent das thun können, was er vereinzelt in der linken Spalte auf Seite 263 gethan hat, woselbst zu lesen: „Erkundung auf Lux (südöstlich Thil-Châtel)" oder in der gleichen Spalte von Seite 269: „Zerstörung der Eisenbahn und Entgleisung eines Zuges mit Lebensmitteln bei Veuxaulles (nordöstlich Châtillon sur Seine)." Am sichersten waren die Angaben von Langres aus gerechnet in Kilometern und nach der Himmelsrichtung.

22.

Kahle, Landesaufnahme und Generalstabskarten. Die Arbeiten der königlich preußischen Landesaufnahme dargestellt. Mit zwölf Abbildungen im Text und zwei Kartenbeilagen. Berlin 1893; Königliche Hofbuchhandlung von E. S. Mittler & Sohn. Preis: Mk. 2,25.

Der Verfasser ist Assistent an der königlich technischen Hochschule zu Aachen und hat kein amtliches Verhältniß zu dem staatlichen Vermessungswesen, ist aber mit der Organisation und dem

Geschäftsgange vollkommen vertraut. Die vorliegende Arbeit ist eine Umarbeitung, Verallgemeinerung und Vervollständigung einer für Thüringen lokalisirt gewesenen, früher veröffentlichten Abhandlung. Da von der vorliegenden Arbeit der Verfasser dem derzeitigen Chef der Landesaufnahme Mittheilung gemacht und dessen Zustimmung zur Veröffentlichung erhalten hat, so wohnt der Arbeit zwar noch nicht gerade amtlicher Charakter bei; sie ist aber immerhin als sachlich zuverlässig gut empfohlen. Das letzte Ergebniß der Landesaufnahme stellt sich alsdann dar in der „Karte des Deutschen Reiches" (1 : 100000), deren einzelne Theile in allen Kreisen des Volkes unter dem Namen „Generalstabskarten" bekannt sind. Unschätzbare Vortheile ergeben sich aus den zu Grunde liegenden Ermittelungen, Aufnahmen und Berechnungen (geographischen Koordinaten, Meereshöhen und Schichtenlinien zur Bestimmung des Reliefs der Erdoberfläche) nicht nur für die Staatswirthschaft, sondern ebenso für die mathematische und physische Geographie sowie für die genaue Ermittelung der Erdgestalt. — Die Arbeiten der königlich preußischen Landesaufnahme, welche diesem Ziele zustreben, sind in dem angezeigten Werkchen von mäßigem Umfange (86 Seiten Text) einer eingehenden Würdigung unterzogen und die Entwickelung und Technik, Art und Werth derselben allgemeinverständlich dargestellt. Die Schrift will daher nicht nur allen Vermessungsbeamten ein Hülfsmittel sein, sondern auch Allen, die sich einen Einblick in das Wesen und einen Ueberblick über die Arbeiten und Ziele unserer Landesvermessung zu verschaffen wünschen, ein anschauliches Bild derselben geben.

XVIII.

War der Vergleich, welchen der Metzer Kriegsrath am 26. August 1870 zwischen der damaligen Lage Bazaines und der Napoleons nach Arcis sur Aube 1814 zog, zutreffend?

Nachgewiesen auf Grund einer Betrachtung der beiderseitigen Kriegslagen

von

Stavenhagen,

Hauptmann in der IV. Ingenieur-Inspektion.

Im Kriegsrath zu Metz am 26. August 1870 wurde beschlossen, daß die Armee Bazaines zunächst dort verbleiben solle, und als Hauptgrund von einer Seite geltend gemacht, daß sie dadurch am wirksamsten die Invasion lähmen werde.

Napoleon habe 1814 den gleichen Plan gehabt, als er sich zuletzt gegen die feindlichen Verbindungslinien wandte, um, gestützt auf die Moselfestungen, im Rücken der Alliirten zu operiren. Er habe diese Absicht nur aufgegeben, weil das damals unbefestigte Paris nicht gehalten werden konnte und er es auf den Verlust der Hauptstadt nicht ankommen lassen durfte.

Jetzt sei Paris befestigt und zu halten und somit die Vorbedingung für ein ähnliches Verfahren gegeben.

Es erscheint interessant, zu untersuchen, ob dieser Vergleich zutreffend war.

Bei Betrachtung der bezüglichen Kriegslagen dürfte der analytische Weg, d. h. die Untersuchung, welche wesentlichen Elemente im Jahre 1870 gleich geblieben, welche sich gegen 1814 geändert hatten, zweckmäßig sein. Es muß sich dadurch der Einfluß etwaiger Aenderungen auf die Lage vom 26. August und damit von selbst

die Antwort ergeben, ob der Hinweis des Generals Soleille auf 1814 berechtigt war.

Unverkennbar finden sich zunächst manche Vergleichungspunkte.

In beiden Kriegen kämpften Franzosen und Deutsche auf demselben Kriegstheater. Die Verbündeten wie später die deutschen Heere mußten darauf rechnen, durch einen wuchtigen Schlag mit kriegsgeübten Truppen gegen die neugebildete Armee von Châlons die Entscheidung herbeizuführen. Beide Male wagte im französischen Lager das Staatsoberhaupt den Kampf um den Thron und das Fortbestehen seiner Dynastie. 1814 wie 1870 wußte der Gegner den Weg nach Paris offen, sobald die einzige entgegenstehende Feldarmee geschlagen war. Sowohl nach Arcis sur Aube als am 26. August 1870 hatte der Krieg eine entscheidende Wendung angenommen. In beiden Fällen trat dabei die Armee von Châlons, ehe der Gegner es hindern konnte, eine unerwartete und höchst gefährliche Flankenbewegung an. Schließlich waren in beiden Kriegen die feindlichen Heere weit nach Frankreich hineinmarschirt, ohne eine Festung der französischen Ostgrenze in Besitz zu haben; ihre rückwärtigen Verbindungen waren in beiden Jahren französischen Unternehmungen preisgegeben.

Diese zweifellose Aehnlichkeit beider Kriegslagen war jedoch nur eine äußerliche, während gewaltige Verschiedenheiten, vor Allem von innerer Bedeutung, nachweisbar waren.

Betrachten wir dieselben zunächst hinsichtlich der allgemeinen politisch-militärischen Lage, welche doch einen großen Einfluß auf die besondere strategische auszuüben pflegt.

1814 war der Gegner Frankreichs eine lockere Koalition von Staaten. Wohl verfolgten diese den gemeinsamen Kriegszweck, Europa von dem Joche Napoleons zu befreien. Ueber die Art der Ausführung dieser Aufgabe dachten sie jedoch je nach ihren besonderen Interessen am Ausgang des Krieges sehr verschieden. Statt die im Vorjahre erlangten Erfolge zu vollenden, glaubten sich die meisten der verbündeten Mächte mit der Erreichung der Ziele des Krieges 1813 beruhigen zu dürfen. Eine Fortsetzung des Kampfes widerrieth sich ihnen um so mehr, als der Wunsch nach Frieden ein ziemlich allgemeiner war.

Selbst von einer einmüthigen Erhebung des am meisten betheiligten Deutschland konnte damals keine Rede sein; politische

Zweckmäßigkeit war, besonders bei den süddeutschen Staaten, der Hauptbeweggrund des Handelns. Der durchschnittliche nationale Standpunkt war noch ein unendlich niedriger.

Neben einer hiernach begreiflichen Uneinigkeit wirkte noch die Verblendung, einem Napoleon gegenüber ganz ohne Wagniß ans Ziel zu gelangen, lähmend auf die Thatkraft der Verbündeten ein. Die Ueberwindung aller Reibungen fiel natürlich der diplomatischen Vermittelung zu. Von dem Stande dauernd geführter Friedensunterhandlungen mit einem fast wehrlosen Gegner machte das Hauptquartier später sogar die jedesmaligen militärischen Entschlüsse abhängig.

So mußte sich ein höchst schädlicher Einfluß der Politik auf die Strategie ergeben. Die französische Absicht, eine derartige Allianz zu sprengen, war daher, weil aussichtsvoll, auch vollberechtigt.

Eine deutsche Armee gab es überdies nicht, ja nicht einmal ein selbständiges preußisches Heer. Man wußte nur von Bundesgenossen, und unter Russen, Oesterreichern und Schweden waren die kleinen Heerestheile der übrigen Staaten so vertheilt, wie es die geographische Lage und der plötzliche Umschlag der Verhältnisse mit sich brachten. Die Einheit des Oberbefehls war nur dem Namen nach vorhanden.

Schon bei Aufstellung des Operationsplanes entwickelten sich Schwierigkeiten. Endlich kam statt des natürlichen und klaren Planes Gneisenaus, der Paris als das Operationsziel bezeichnet hatte, eine Art Wiederbelebung des dazu noch mißverstandenen Trachenberger Entwurfs zu Stande, wie sie den veränderten Umständen nicht entsprach. Rußland, welches wie immer in diesem deutschen Befreiungskriege mit Oesterreich den Ausschlag gab — wenigstens im Kriegsrath —, hatte den damaligen Kriegsgelehrten zugestimmt. Von einem klaren, kühn leitenden Gedanken war nichts zu finden. Ein Hirngespinnst war das Operationsziel, eine Kriegführung gegen Gebirge und Flüsse war von den Langenau, Duka und Knesebeck erdacht worden.

Auf Wochen wurden die Bewegungen vorgezeichnet und dann doch wieder auf jede begründete und jede unbegründete Nachricht hin abgeändert. Die Vereinigungsstelle der auf Hunderte von Stunden auseinander gezerrten Heerestheile wurde tief in das

feindliche Land gelegt und dann wieder jedes kleine feindliche Korps als die Verbindungen bedrohend angenommen.

Durch unentschlossenes Zaudern ließ man sich von Napoleon die Initiative entreißen. Nach der siegreichen Schlacht von la Rothière, die ein Vorspiel zu einem Sedan hätte werden können, aber nicht benutzt wurde, schleppte sich der Krieg noch zwei Monate mit wechselndem Glücke fort. Zwar kannten Blücher und Gneisenau, jene energischen Charaktere, in denen schon der Geist von 1870 lebte, nur das eine Ziel: „Paris!"

Mit der Unterwerfung dieser Stadt war das ganze moralische und physische Vertheidigungssystem Frankreichs gelähmt, ihr Gewinn gab also dem Kriege die Entscheidung. Der Oberbefehlshaber Schwarzenberg aber legte der Eroberung der Hauptstadt nicht diese entscheidende Bedeutung bei. Er verglich sie unzutreffend mit der Einnahme Wiens 1805 und Berlins 1806, die allerdings nur eine Fortsetzung des Krieges mit doppelter Anstrengung zur Folge gehabt hatten. Er fürchtete sogar ein Moskau zu erleben.

Wenn diese Hinweise auch vielleicht nur ein politischer Vorwand des Oesterreichers waren, so entstanden doch daraus nur halbe, matte und verlustreiche Operationen. Nicht die doppelte Niederlage Napoleons bei Laon und Arcis war es daher, welche endlich das zögernde Hauptquartier nach Paris führte, sondern das Scheitern der Unterhandlungen mit dem starrsinnigen Gegner — also rein politische Beweggründe.

Wie anders 1870! Hier bewahrheitet sich der Satz, daß die großen Kriege die Marksteine in der Geschichte der Völker sind. Das deutsche Volk, das aufrichtig den Frieden gewünscht, war plötzlich aus ruhiger Sicherheit aufgeschreckt worden — nun stand die Ehre des Vaterlandes höher in Aller Herzen als jede andere Rücksicht. Die nationale Würde war erwacht und machte sich in allen Schichten der Bevölkerung ohne Ueberhebung, aber gleichmäßig sicher bemerkbar. Nord und Süd fühlten sich trotz mancher wirklicher und künstlicher Gegensätze dem äußeren Feinde gegenüber als ein Ganzes. Die Revanche für Sadowa fand statt einer vielköpfigen Allianz einen Geist, einen Willen, statt vieler kleiner Armeen ein großes, von einem deutschen Oberbefehlshaber nach einem Gedanken geleitetes Volksheer.

Jetzt war ausschließlich die Hauptmacht des Gegners das Operationsziel: sie sollte, wo sie auch getroffen wurde, angegriffen werden. Die stark befestigte Hauptstadt kam erst in zweiter Linie in Betracht, denn auch nach Eroberung derselben konnte das an Hülfsmitteln so reiche Land noch unendlich viel leisten.

Erst die Besiegung der letzten Feldarmee mußte die Entscheidung bringen, ähnlich wie 1805 und 1809 nicht die Einnahme Wiens, sondern erst Austerlitz und Wagram den Krieg beendeten. Freilich war das noch dazu unbefestigte Wien nicht Paris.

In entscheidender Richtung wurde die Armee in schmaler Front versammelt. Gleich bei Beginn des Krieges zeigte sich die eigenthümliche Erscheinung, daß der politisch angegriffene Theil durch Schnelligkeit den frevelhaften Angreifer auf eigenem Boden überraschte und in die Defensive warf. So wechselten hier gleichsam die Rollen zwischen den Franzosen von 1814 und den Deutschen von 1870.

In rasch aufeinanderfolgenden Schlägen werden dann bedeutende französische Heerestheile vereinzelt geschlagen und über die Vogesen zurückgedrängt.

Nach diesen von den Flügeln der deutschen Armee lebhaft gesuchten Entwickelungskrisen verwandelt sich die Theilung des französischen Heeres in zwei Gruppen aus einer organischen Gliederung für den Aufmarsch in eine thatsächliche Sonderung. Die deutsche Heeresleitung verstand es, die erkämpfte Trennung der beiden Heere aufrecht zu erhalten und zu einer bleibenden zu machen. Es folgen die drei Augustschlachten, ein einheitliches großes Drama. Ihr Ergebniß war die Einschließung der Franzosen in Metz — zwar nicht vorausgesehen, aber nun sie eingetreten, trefflich von deutscher Seite benutzt. Man muß, soweit mir bekannt, bis auf Cäsars Cernirung von Alesia zurückgehen, um etwas Aehnliches zu finden. Denn von Sedan abgesehen, sind in neuerer Zeit selbst Prag und Ulm nicht durchaus vergleichbar.

Die bisher zusammengehaltenen deutschen Massen können sich nun gleichfalls theilen. Während eine Heeresgruppe die Thätigkeit der noch stärkeren Rheinarmee bei Metz vollständig aufhebt, wendet sich die andere gegen die Armee von Châlons. Der verhängnißvolle Versuch der Letzteren, die unterbrochene Operationsgemeinschaft mit Bazaine wieder herzustellen, hemmt am 26. August

den deutschen Marsch in Richtung auf Paris. Wieder wird der Fehler des Feindes sofort benutzt. Durch eine sehr geschickte strategische Kombination nach der rechten Flanke soll die Armee von Châlons auf dem Marsche überraschend angefallen und vernichtet werden.

So zeigte sich 1870 deutscherseits eine zielbewußte thatkräftige Kriegführung ohne schädlichen Einfluß der Politik. Vielmehr nutzte eine machtvolle Staatskunst meisterlich die Ergebnisse der Strategie aus.

Und wenn der Kriegsrath nun die Franzosen von 1870 mit denen von 1814 verglich!

1814 lag Frankreich zwar wehrlos vor den Verbündeten. Das Heer des von ganz Europa gehaßten Korsen war im Vorjahr fast vernichtet worden. Der Kaiser war jetzt in die strategische Defensive gedrängt. Dazu fehlte ihm das bereitwillige Entgegenkommen der Nation, die in diesem letzten Kampfe nicht auf seiner Seite stand. Man war kriegsmüde und hatte vor Allem gegen die Despotie der inneren Verwaltung Einspruch erhoben. Der Zwiespalt zwischen dem Herrscher und dem französischen Volke vor Kriegsausbruch war gleichsam öffentlich erklärt.

Dennoch gelang es Napoleon, mit Phrasen von „Ehre und Unabhängigkeit" seinen ermüdeten Unterthanen die letzte Kraft auszupressen. Und wie kämpfte nun dieser Riese um sein und seiner Dynastie Bestehen! Sein einheitlicher, klarer und fester Wille vereinigte Politik und Strategie in einer Hand. Der Unfähigkeit der Allianz setzte er geistige Ueberlegenheit und bewußte Thatkraft entgegen und nutzte ihre Schwächen meisterlich. Eine Scheinvertheidigung des Rheins gewährt ihm Zeit, allmählich seine Kräfte bei Châlons zu sammeln. Er ergreift dann die Vorhand und gewinnt so eine moralische Ueberlegenheit, mit der er der materiellen seines Gegners eine Zeit lang das Gleichgewicht halten kann. Zunächst fällt Napoleon den gefährlichsten Feind mit vereinter Kraft an, um sich dann, die Vortheile der inneren Linie nutzend, gegen die Oesterreicher zu wenden. In den Tagen vom 9. bis 14. Februar gegen Blücher zeigt er dieselbe schnelle Einsicht in die Sachlage, denselben eisernen Entschluß und dieselbe sichere Ausführung wie einst bei Montenotte, Millesimo und Dego.

Jetzt hätte der Krieg vielleicht eine für den Kaiser günstige Wendung nehmen können. Dennoch blieben die schon gewonnenen Ergebnisse verloren, weil er sie überschätzte.

Als er dann am 27. Februar sich von Schwarzenberg abwendet, beginnt sein Todeskampf. Zum dritten Male greift er Blücher an, dessen durch Vereinigung mit Bülow zur Hauptarmee gewordene Truppen das ungedeckte Paris bedrohen. In Unterschätzung des Gegners erzwingt er bei Laon eine Schlacht, die er nicht gewinnen konnte. Jetzt war seine Macht gebrochen und die Ausbeutung dieses Erfolges für den Feind nur noch eine Zeitfrage.

Statt nun den von ihm selbst als sichersten erkannten Plan, in gerader Richtung auf Paris zu gehen, auszuführen, wählt er den kühnsten, weil ihm am meisten Erfolg versprechenden. Er geht gegen die rückwärtigen Verbindungen Schwarzenbergs an der unteren Aube in Richtung auf Troyes vor. Der Gegner weiß dies zu hindern: Arcis ist die Folge.

Neben der vorstehenden Kennzeichnung seiner Kriegführung überhaupt verdient hier vor Allem Beachtung die Bedeutung, die der Kaiser seiner Hauptstadt und ihrer Nichtbefestigung beilegt. Da finden sich nun Widersprüche, die nur psychologisch erklärbar sind. Bis Laon bewahrt sich Napoleon noch den klaren Blick, um wenigstens die Nothwendigkeit des Schutzes des ungedeckten Paris zu erkennen, von dem sein Geschick abhängt.

Wenn er zwar auch jetzt schon vereinzelt erklärt, der Verlust der Hauptstadt könne seinen Thron nicht erschüttern, Frankreich sei da, wo er, bezw. nach seinem Tode seine Familie weile, so dürfte dies wohl mehr — wie so häufig bei ihm — eine berechnete Täuschung seiner Untergebenen gewesen sein. Denn sein ganzes thatsächliches Verhalten spricht klar für die richtige Erkenntniß der Bedeutung von Paris. Allerdings hindert ein verblendeter Stolz schon jetzt den Meister der Kriegskunst, das hiernach militärisch Zweckmäßige zu thun. Der Bezwinger von Moskau glaubte ein Geständniß seiner militärischen Ohnmacht darin zu sehen, wenn er in dem doch so geeigneten Höhengelände vor Paris eine furchtbare Vertheidigung einrichten würde. Er sucht vielmehr die Sicherung der Hauptstadt durch zwecklose Hin- und Herzüge zu erreichen, verlor damit aber Zeit und Kraft, ohne seine Siege ausnutzen zu können. Freilich war eine Vertheidigung

der Hauptstadt bei den obwaltenden Stärkeverhältnissen auch unsicher, immer aber aussichtsvoller und politisch klüger.

Nach Laon aber gewinnt die schon seit Moskau nachweisbare eigenwillige Selbsttäuschung die Oberhand über den Kaiser. Die Erkenntniß, auf dem bisherigen Wege nichts mehr erreichen zu können, treibt ihn zur Verzweiflung, und diese trübt seinen Blick. Die nur Anderen vorgeredete Bedeutungslosigkeit von Paris wird zum eigenen Wahn. Dazu kommt allerdings die vor der Auflösung des Kongresses zu Châtillon noch zu rechtfertigende Ueberzeugung, die Oesterreicher mindestens würden nie auf Paris gehen Dann aber wäre ein alleiniges Vorgehen Blüchers von geringerer Bedeutung gewesen, wenn es überhaupt stattfand.

Aus dem Einfluß, den also die Nichtbefestigung von Paris bereits vor Arcis ausgeübt hat, ergiebt sich ohne Weiteres, welche große Freiheit des Handelns eine befestigte Hauptstadt schon damals dem Kaiser gegeben hätte. Die Folgen wären unberechenbar gewesen.

Und nun das Frankreich von 1870! Auch hier drängte ein ehrgeiziger, aber mehr schlauer als energischer Kaiser dasselbe Volk durch die gleichen Phrasen zu einem Kriege, der nur eine Stütze für den schwankend gewordenen Thron werden sollte. Und die Nation, an der die gewaltigsten Zeitereignisse, ohne eine Lehre zu hinterlassen, vorübergerauscht waren, glaubte auch jetzt in ihrer Verblendung, nur für ihre Interessen zu kämpfen.

Wieviel günstiger aber lagen die Verhältnisse für den dritten Napoleon als 1814! Frankreich stand auf der Höhe seiner Macht. Der größte Theil der Grenze war durch neutrale Staaten geschützt, das Land mit seinen unermeßlichen Hülfsmitteln zu jedem Opfer bereit. Der Krieg war populär. Die Armee, keine zusammengerafften Trümmer, sondern frische, zuversichtliche und gut bewaffnete Truppen, die von den Ueberlieferungen des ersten Kaiserreichs und den Erfolgen in der Krim und Italien erfüllt waren. Die Hauptstadt dabei stark befestigt, des besonderen Schutzes nicht bedürftig.

Aber das Heer krankte an den Uebeln der Tradition: vor Allem Unterschätzung des Gegners. Dazu stand kein Napoleon I. an seiner Spitze.

Schon der Operationsplan war fehlerhaft. Er gründete sich auf die damals unrichtige Voraussetzung der Uneinigkeit zwischen

Nord- und Süddeutschland. Letzterem war eine ähnliche Rolle dabei zugedacht wie 1814 von Napoleon I. Oesterreich.

Man rechnete auf den Bruch der vermeintlichen Allianz. Die Ausführung aber sollte die umgekehrte sein.

Man wollte erst Süddeutschland unschädlich machen und sich dann gegen den gefährlichsten Gegner wenden. Bei der Kühnheit dieses Vorhabens hatte man aber weder mit den eigenen Mitteln, noch weniger aber mit dem Feinde gerechnet.

Nach überstürztem Beginn der Operationen wurde man in die Defensive gedrängt. An die ersten Mißerfolge schloß sich ein excentrischer Rückzug, durch welchen die Armee auseinandergerissen wurde. Den nun gefaßten, sehr richtigen Entschluß, alle Kräfte bei Châlons zu vereinigen, führte man nicht aus. Bazaine wollte vielmehr bei Metz einen zweiten Mittelpunkt des Widerstandes schaffen und die Deutschen dadurch zur Theilung ihrer Kräfte veranlassen. Die Erhaltung der Armee hielt er für den besten Dienst, den er dem Lande erweisen konnte, besonders wichtig, wenn Friedensverhandlungen angeknüpft werden sollten. So legte er den damaligen politischen und militärischen Schwerpunkt Frankreichs, die Rheinarmee, brach. Mac Mahon faßte schließlich am 22. August seinen verhängnißvollen Entschluß, sich mit der Letzteren zu vereinigen, und zwar nicht wie früher Napoleon nach Laon aus eigenem Antriebe, sondern er gehorcht, wie einst Gyulai, fremden, vor Allem politischen Einflüssen.

Der Kaiser aber ist willenlos, sein Ansehen untergraben. Im Ganzen findet sich hier also das Gegentheil von dem doch immer einheitlichen, zielbewußten Handeln Napoleons 1814.

Aus der vorstehenden vergleichenden Charakteristik der allgemeinen Kriegslagen dürfte als die wesentlichste Veränderung seit 1814 der ungeheuere Umschwung zu Gunsten des Gegners und die geringere militärische Bedeutung von Paris vorleuchten.

Nicht minder verschiedenartig, wenn auch in etwas anderer Weise, war die strategische Lage am 26. August 1870 gegen die vom 24. März 1814.

1814 hatte sich seit Arcis das Bild vollständig verändert. Dem Kriegsrath von Sommepuis war es gelungen, Schwarzenberg endlich zu dem alten Gneisenauschen Gedanken zu bekehren. Paris war jetzt das neue Operationsziel. Es hatte hierzu des Scheiterns des Friedenskongresses, des überraschenden Wechsels

der Operationslinie eines doppelt geschlagenen, fast zertrümmerten Feindes und der dadurch gelungenen eigenen Vereinigung, sowie endlich der Nachrichten über die wachsende Unzufriedenheit der Bevölkerung der feindlichen Hauptstadt bedurft. Napoleon aber ist es nun, der die Schlacht vermeidet und nach dem Plateau von Langres eilt. Er benutzt die ihm noch verbliebene Freiheit der Bewegung, um im Rücken seiner Feinde zu operiren, statt den ihm noch freien Weg über Sézanne und Meaux auf Paris zu wählen. Während er hierdurch seine personellen Kräfte mindestens verdoppelt und in den Höhenstellungen daselbst einen natürlichen Schild gewonnen hätte, trennt er sich freiwillig von dem bisherigen Angelpunkt seiner Operationen und von seinen Verstärkungen. Und was tauscht er, der doch nur noch nach Zahlen rechnet, dagegen ein? Die Unterstützung der lothringischen Festungen mit ihren 12 000 bis 15 000 Mann minderwerthigen Truppen, denn auf die Heerestheile im Süden war nicht zu zählen.

Dieses verzweifelte Manöver des „Vernichtungsstrategen" ist eben nur durch das bisherige Verhalten der Verbündeten und seine Selbsttäuschung zu erklären.

Freilich war ihm das Scheitern der Friedensverhandlungen und der Beschluß des Kriegsraths noch unbekannt, sonst würde er doch wohl noch den militärisch richtigen Entschluß gefaßt haben.

Am 26. August 1870 hingegen war keine Aenderung des Operationsziels der Deutschen eingetreten. Nach wie vor galt es, die letzte noch im freien Felde befindliche französische Armee selbst unter Freigabe des Weges nach Paris aufzusuchen und zu vernichten. Die stark befestigte Hauptstadt kam erst nach Erreichung dieses Zieles, die in Metz eingeschlossene Rheinarmee aber gar nicht in Betracht.

Auf französischer Seite ist die Lage ebenfalls gänzlich von 1814 verschieden. Die jetzige Armee von Châlons, das gleichbleibende Objekt des vormarschirenden Feindes, ist zwar auch bewegungsfrei, aber unzertrümmert. Sie unternimmt keine den Rücken des Letzteren bedrohende Operation. Dagegen ist sie in gewisser Beziehung an die Stelle von Marmonts und Mortiers Truppen getreten, insofern sie nämlich bisher das Bestreben hatte, Paris zu decken, und jetzt die Vereinigung mit einer französischen Armee der Ostgrenze sucht.

Dafür soll nach dem Vorschlage des Kriegsraths die Rolle der Armee Napoleons I. jetzt von einer anderen, nämlich der französischen Rheinarmee gespielt werden. Diese ist ebenfalls im Rücken der Deutschen, dabei ziemlich intakt, hat sich aber — und dies ist der wesentlichste Unterschied — der Bewegungsfreiheit begeben. Sie kann sich, von einem anderen deutschen Heere in Metz eingeschlossen, nicht ohne ernsten Kampf von dieser Festung trennen.

Der Kriegsrath beabsichtigt Letzteres aber nicht. Er will die Armee in Metz belassen. Dabei wird richtig darauf gerechnet, daß dadurch sehr bedeutende feindliche Kräfte vor der Festung gefesselt werden würden. Ueber die Wirkung, die dies auf die Invasion haben mußte, hat man sich aber getäuscht. Es ist dabei übersehen worden, daß die Anforderungen an den Gegner für Einschließung einer Festung nicht in gleichem Verhältniß mit den eingeschlossenen Truppen wachsen, weil die Ausfälle um so schwieriger werden, je mehr Zeit die von der Cernirungslinie aus erkennbaren Vorbereitungen dazu in Anspruch nehmen und je unzureichender der Entwickelungsraum ist. Es konnte daher — was wohl nicht erwartet wurde — eine etwa gleich starke Cernirungsarmee das Heer Bazaines in Schach halten.

Dann vermochte man aber bei den Zahlenverhältnissen den vormarschirenden Theil des deutschen Heeres nicht in dem Grade zu schwächen, daß er der Armee Mac Mahons unterlegen und dadurch zum Rückzuge gezwungen wurde. Ebenso aber waren dann Ausfälle gegen die deutschen Verbindungen von der deutschen Cernirungsarmee zu verhindern, und zwar um so mehr, als die Güte und moralische Spannkraft der Armee Bazaines täglich abnehmen mußten. Von einer Lähmung der Invasion konnte daher überhaupt nicht die Rede sein, höchstens von Unternehmungen gegen die Einschließungstruppen oder einem Durchbruch mit Zurücklassung aller Trains und Kolonnen.

So ist der Hinweis auf Napoleon schon deshalb von vornherein unrichtig, als dieser sich nicht in seine Vogesenfestungen einschließen lassen, sondern die ihm verbliebene Freiheit der Bewegung zu einem zweckmäßigen Gebrauch von Verdun und Metz benutzen wollte.

Selbst wenn aber Bazaine noch eine größere Freiheit des Handelns besessen hätte, war der Vergleich unzutreffend.

Dem Gegner seine rückwärtigen Verbindungen nehmen, gebührt gewiß nächst dem siegreichen Kampfe der erste Platz. Die Aussicht auf das Gelingen solcher Unternehmungen ist bei weiter Entfernung vom Feinde, wie 1870, überdies größer, als wenn dieselben dicht hinter seiner Front erfolgen. Es darf aber nicht außer Acht gelassen werden, daß der Verlust der Verbindungen nicht in allen Lagen gleiche Folgen nach sich zieht. Einmal darf nur derjenige auf Erfolg rechnen, der — sei es moralisch, sei es physisch — derart überlegen ist, daß der Gegner nicht Wiedervergeltung üben kann.

Dann aber ist die Abhängigkeit von den rückwärtigen Lebensadern nicht immer die gleiche. Beides ist bei dem Vergleich übersehen worden. 1814 war allerdings eine verhältnißmäßig große Sicherheit der rückwärtigen Zufuhrlinien für den Gegner. Er hatte die Freiheit, seine Operationsbasis zu verlegen, wenn dies auch zur Zeit, wo die Eisenbahnen noch fehlten, schwierig war. Blücher konnte sich sowohl auf die Saar wie auf Belgien stützen und hat diese Möglichkeit auch reichlich ausgenutzt. Während er Anfang Januar auf Nancy sich basirte, gründete er Ende März seine Operationen auf Belgien. Schwarzenberg hatte die breite Basis von Fort Louis über Basel auf Genf. Durch Vereinigung mit Blücher konnte er sie mit Belgien vertauschen. Die Unterbrechung der rückwärtigen Verbindungen war überdies nicht gleichbedeutend mit Verlegung der natürlichen Rückzugslinie. Deshalb meinte auch das schlesische Hauptquartier, um den Rücken brauche man nicht besorgt zu sein, selbst wenn Napoleon dort operire. Dies sei vielmehr erwünscht, denn dann erhalte man Paris ohne Schwertstreich. Thatsächlich aber war der ängstliche Schwarzenberg stets auf das Aeußerste um seine Verbindungen besorgt. Den Hunderttausendmann im Rücken zu haben, mußte daher von ungeheurem moralischen Eindruck auf ihn werden. So hat denn auch die Bedrohung sowohl nach Laon als selbst nach Arcis noch ihre Wirkung gethan und hätte sie weiter geübt, wenn nicht der Beschluß des Kriegsraths von Sommepuis durchgedrungen wäre. Ja selbst nach seinem Entschluß vom 24. März schrieb der Oberfeldherr an Kaiser Franz, daß nach seiner nächsten Absicht, Paris zu nehmen, die zweite erreicht werden müsse, nämlich die rückwärtigen Verbindungen zu öffnen. Hätte daher Napoleon sein Verfahren folgerichtig durchgeführt, so würde er die Einnahme

der unbefestigten Hauptstadt zwar nicht gehindert, vielleicht aber bei dem Charakter der Koalition durch Zeitgewinn einen Umschwung der Lage wenigstens insoweit herbeigeführt haben, als er einen Frieden mit den Grenzen von 1792 erreicht hätte. Noch größer wären diese Aussichten bei einem befestigten Paris gewesen. Nur die halbe Maßregel, nach seinem wenn auch militärisch fehlerhaften Entschluß dennoch nach Paris zu eilen, mußte den sicheren Untergang des Kaisers herbeiführen.

1870 lagen die Verhältnisse für die Deutschen zunächst ungünstiger. Ganz allgemein hatte der schnelle Verlauf der Entscheidungen und der dadurch erhöhte Verbrauch die Bedürftigkeit gesteigert. Dazu kam die große Empfindlichkeit und Starrheit der Eisenbahnen neben ihren großen Vorzügen. Sobald die deutschen Heere die Mosel erreicht hatten, blieb ihnen nur die schmale Basis Trier—Germersheim. An den dahin führenden, nicht zahlreichen Verbindungen lagen bedrohlich die Festungen Toul und Pfalzburg, Verdun, Metz, Thionville und Bitsch. Die Empfindlichkeit dieser Verbindungs-, die zugleich Rückzugslinie war, steigerte sich mit ihrer Länge. So betrug z. B. die des Etappenweges von Bar le Duc bis Weißenburg zwölf Tagemärsche, war gegen Süden vollständig ungedeckt und hatte nur schwache Etappentruppen. Dazu kamen die gegen 1814 besonders feindliche Haltung der Bevölkerung und die seitlichen Schranken des Operationsgebiets durch neutrale Staaten. Noch mehr mußten sich diese ungünstigen Umstände fühlbar machen bei dem seit dem 26. August begonnenen Rechtsabmarsch, wobei die Deutschen längs ihrer äußerst schmalen Basis Nancy—Metz marschirten, die Verbindungen also in der rechten Flanke hatten und zum Theil noch die schwierigen Argonnenübergänge zu überwinden waren.

Dennoch mußte diesem siegreichen und sein Ziel entschlossen im Stile Napoleons I. verfolgenden starken Gegner gegenüber, der schon in den Augustschlachten mit verkehrter Front geschlagen hatte, eine Bedrohung der an sich so empfindlichen Verbindungen ohne Aussicht auf Erfolg sein. Die deutschen Heere besaßen in sich die Mittel, alle derartigen gegenüberstehenden Schwierigkeiten zu überwinden. Ein taktischer Sieg hätte die Verbindungen wieder geöffnet. Sie konnten daher ganz wie Napoleon 1806 in den ersten Entscheidungen ihre Verbindungen vorläufig preisgeben. Ferner ist in Betracht zu ziehen, daß 1870 die viel nähere Armee

Mac Mahons bereits geschlagen gewesen, ehe die Rheinarmee den Feind erreicht oder ihre sonstigen Unternehmungen gegen die Verbindungen wirksam geworden wären. Endlich aber hätte die deutsche Einschließungsarmee den bedrohenden Feind nach gelungenem Durchbruch selbst in seinen Verbindungen bedroht.

Von einer Aussicht, die deutsche Invasion 1870 zu lähmen, konnte daher für die Rheinarmee unter keinen Umständen die Rede sein.

Wenn schließlich die Befestigung von Paris als Vorbedingung für das beabsichtigte Verfahren genannt wird, so trifft dies für 1814 nur mittelbar, für 1870 gar nicht zu. Beide Male war vielmehr das Verhalten des Gegners ausschlaggebend. Der Grund liegt auch hier in der bereits klargelegten verschiedenen Bedeutung von Paris als Operationsziel und in der Verschiedenartigkeit des Gegners.

1814 hat Napoleon seine Absicht zunächst deshalb aufgegeben, weil die Verbündeten ihm nicht folgten, seine Operation also ohne Wirkung blieb. Auf das Verhalten des Gegners war allerdings die Schutzlosigkeit der feindlichen Hauptstadt von größtem Einfluß. Wäre damals Paris befestigt gewesen, so wäre es wohl kaum zu einem Laon und Arcis sowie zu einem Scheitern des Kongresses gekommen. Aber selbst nach Arcis wären die Verbündeten zunächst wohl nicht gegen die befestigte Hauptstadt marschirt. Mindestens Schwarzenberg wäre Napoleon gefolgt, und dieser hätte also seine Absicht erreicht. Nur die Aussicht, das unbefestigte Paris durch leichten Kampf zu nehmen, konnte den Vormarsch gegen dasselbe veranlassen. Wären aber dennoch die Verbündeten oder Blücher allein zur Belagerung gegen ein befestigtes Paris vorgegangen, so hätte die Operation im Rücken eine Wirkung erzielen müssen. Zweifelhaft bleibt es dann freilich, ob nicht Napoleon, der so klar die Bedeutung der Festung erkannt hatte, in diesem Falle seinen Trümmern Halt in Anlehnung an die befestigte Hauptstadt gegeben hätte, statt sich dazu die entlegenen lothringischen Festungen auszusuchen.

1870 aber war die Befestigung der Hauptstadt in keiner Weise vorbedingend. Ob Paris befestigt war oder nicht, die Deutschen wären erst nach Besiegung Mac Mahons, oder wenn dieser sich auf Paris gezogen hätte, gegen die Stadt marschirt. Dann freilich wäre bei einer befestigten Hauptstadt die Operation

gegen den Rücken bei der Empfindlichkeit desſelben von großer Wirkung geweſen, vorausgeſetzt, daß die Rheinarmee frei und nicht ſelbſt bedroht war.

Da alle dieſe Vorausſetzungen aber am 26. Auguſt nicht zutrafen, ſo kam die Befeſtigung von Paris nicht in Betracht, der Vergleich hinkte daher auch nach dieſer Richtung hin.

Die Geſammtbetrachtung ergiebt alſo, daß der Vergleich vor Allem innerlich unwahr und unzutreffend war. Er zeigt, daß dem Kriegsrath die tiefere Kenntniß der Kriegsgeſchichte und das Verſtändniß für die eigene Lage, insbeſondere die klare Vorſtellung von der Leiſtungsfähigkeit einer Feſtung und den Aufgaben einer Feldarmee bezw. der Art des Zuſammenwirkens Beider fehlte. Er lehrt, daß man nie vergeſſen darf, daß alle Grundſätze der Kriegskunſt der geſchickten Uebertragung auf durchaus neue Verhältniſſe harren und dieſe Aufgabe nur in unbeſchränkter Freiheit des Urtheils zu löſen iſt.

XIX.

Beiträge zur Geschichte der technischen Truppen der österreichischen Armee.

(Schluß.)

Die bisherigen „Quartiermeister" erhielten 1768 Offiziersrang und den Titel „Rechnungsführer", sowie auch der Titel „Wachtmeisterlieutenant" in „Regiments-" oder „Korpsadjutant" umgeändert wurde. Doch hatten nur die Adjutanten der Generale Offiziersrang, den übrigen Adjutanten wurde derselbe erst später ertheilt.

Graf Pellegrini wurde 1770 mit dem speziellen Kommando des Ingenieur- und des Sappeurkorps, sowie der Mineur-Brigade betraut, welche Letztere aber noch immer im Verbande der Artillerie verblieb. Bald wurde auch die, gelinde gesagt, sonderbare Benennung „Kondukteur" für die Fähnriche des Ingenieurkorps abgeschafft, und es gab fortan nur Lieutenants.

Endlich (1772) drang Pellegrini mit seinen Vorschlägen hinsichtlich der Mineure durch, indem dieselben von der Artillerie getrennt und der General-Geniedirektion unterstellt wurden. Aus der Mineur-Brigade wurde wieder ein Mineurkorps, dessen Stand aber vorläufig nicht geändert wurde. Die Vereinigung mag wohl durch den in diesem Jahre erfolgten Tod des Fürsten Liechtenstein, der keine Verminderung „seiner Artillerie" zugelassen hätte, erleichtert worden sein. In den nächsten Jahren kamen nur unwesentliche — zumeist die Adjustirung und das Gebührenwesen — betreffende Aenderungen vor.

Das letzte Pionier-Bataillon war 1758 von dem General-Quartiermeister Grafen Lascy errichtet und 1763 wieder aufgelöst

worden. Welche Anschauungen man über die Leistungen dieser Truppe hegte, geht aus der Bestimmung hervor, daß „die unter die Rekruten nicht tauglichen kleineren Leute, welche bei der Assentirung ausgestoßen würden, unter die anzuwerbenden Pioniere, jedoch ungezwungenerweise" eingereiht werden sollten! Lascy mochte inzwischen den Werth dieser Truppe besser erkannt haben, denn auf seinen Vorschlag wurde nun (1778, noch vor dem Ausbruch des bayerischen Erbfolgekrieges) ein Pionier-Bataillon bleibend errichtet, da es von Nutzen sei, daß die Leute in ihrem Dienste ordentlich eingeübt und „daß Offiziere und Unteroffiziere vorhanden seien, welche die Mannschaft darin zu unterrichten verstehen".

Doch wurde auch dieses Bataillon in der Folge zwar nicht ganz aufgelöst, jedoch in seinem Stande so vermindert, daß die Versetzung auf den Kriegsstand einer Neuaufstellung gleichkam. Der Stand dieses Bataillons kam jenem eines Infanterie-Bataillons gleich, sowie auch die Chargenbenennungen bis auf die Namen „Ober- und Unter-Pioniere" die gleichen waren. Die Gebühren der Mannschaft waren um ein Geringes höher.

Die Pioniere unterstanden dem Chef des General-Quartiermeisterstabes, und es wurde vier Jahre später von dem Hofkriegsrathe ausdrücklich bestimmt, daß das Pionier-Bataillon einen Bestandtheil des „Stabskorps", zu welchem außerdem die Stabs-Infanterie und Stabs-Dragoner, das Pontonier-Bataillon, das Feldzeugamt, das Jäger- und das Sappeurkorps zählten, zu bilden habe. Also mit Ausnahme der Jäger lauter Truppenkörper, welche nicht zum Kampfe in der Schlachtlinie berufen waren. Selbstverständlich galt diese Zutheilung nur für den Krieg, nach welchem das Stabskorps aufgelöst und die dasselbe bildenden Truppenkörper, wenn sie nicht reduzirt wurden, in ihr früheres Verhältniß zurücktraten. Nur die Pioniere blieben im Wesentlichen dem Generalstabe, in manchen Beziehungen den betreffenden kommandirenden Generalen unterstellt. Im Frieden wurden sie unter Leitung der Ingenieuroffiziere auch bei verschiedenen Festungsbauten verwendet.

Die Adjustirung der Pioniere bestand in hechtgrauen Röcken mit dunkelgrünen Aufschlägen und Kragen und weißen Knöpfen, ferner in weißen Hosen, hechtgrauen Westen (bei den Offizieren mit silbergestickten Knopflöchern, schwarzen Gamaschen

und Bundschuhen, grauen Mänteln und Kaskets. Das Riemenzeug war weiß. Als Waffen dienten ein Bajonettgewehr und der bei den Sappeuren und Mineuren gebräuchliche Säbel. Ein Theil der Mannschaft war mit Schanzzeug und, da die Pioniere hauptsächlich zu Erdarbeiten verwendet werden sollten, nur wenige Leute als Zimmerleute ausgerüstet. Es lag den Pionieren die Erbauung „einfacher Schanzen, die Herstellung der Wege, die Ausführung der Lagerarbeiten und die — Beerdigung der Todten" ob. Also ziemlich dieselben Aufgaben, welche von den heutigen Truppen-Pionieren gefordert werden.

Das Sappeurkorps wurde auf vier Kompagnien gebracht.

Von bedeutender Wichtigkeit für die weitere Entwickelung des Ingenieurwesens war die in diesem und dem folgenden Jahre durchgeführte Umgestaltung der Ingenieurschule in eine **Ingenieurakademie**, zu deren „Oberdirektor" der Graf Pellegrini ernannt wurde. Auch als unmittelbarer Kommandant (Direktor) fungirte nunmehr stets ein General, und es wurde zur Verrichtung der „Hausdienste" und Mitwirkung bei den Uebungen eine Sappeur-Kompagnie bestimmt, aus welcher auch die Aufsichtschargen ausgewählt wurden.

Wie bisher wurden Frei- und Kostzöglinge aufgenommen, welche nicht unter neun und nicht über fünfzehn Jahre alt sein durften. Doch konnten auch ältere Zöglinge, wenn dieselben die Prüfung aus den mathematischen Wissenschaften gut bestanden, zugelassen werden.

Die neue Akademie war überhaupt ganz auf den Fuß der allgemeinen Militärakademie in Wiener-Neustadt eingerichtet, und es war die Verpflegung eine noch reichlichere und ausgewähltere als früher, wogegen die Adjustirung im Wesentlichen ungeändert blieb. Die als Offiziere ausgemusterten Zöglinge erhielten eine vollständige „splendide" Equipirung und sonstige Ausstattung. Die Disziplin war jedoch ziemlich streng und die Schüler genossen betreffs des Ausgehens nur geringe Freiheit und mußten, wenn sie an Sonn- oder Feiertagen bei ihren Eltern oder einer „distinguirten" Familie „ausspeisen" durften, von einem Mitgliede der Familie abgeholt und zurückgebracht werden. Zwischen den Jahrgängen bestand eine ziemlich strenge, auch von den Zöglingen eingehaltene Absonderung, dagegen unter den Schülern derselben Klasse eine gute Kameradschaft und Zusammenhaltung, und die

einstigen Zöglinge bewahrten bis in ihr Greisenalter eine dankbare Erinnerung an die in der Akademie verbrachte Zeit. Die niederländische Schule oder Akademie blieb eine von der Wiener ganz abgesonderte Lehranstalt, doch waren die aus derselben stammenden Offiziere den anderen Ingenieuroffizieren gleichgestellt, obgleich bei Errichtung der Wiener Akademie ausdrücklich bestimmt wurde, daß fortan in das Ingenieurkorps nur solche Individuen aufgenommen werden sollten, welche die Geniewissenschaften „erlernet und durch die hierin abgelegte Prüfung sich der Aufnahme in das Ingenieurkorps würdig erwiesen hätten".

Die in der Wiener Ingenieurakademie gelehrten Gegenstände waren: Sprachlehre und Rechtschreibung, Schönschreiben, französische und lateinische (als unobligat auch eine andere) Sprache, Religions- und Sittenlehre, Hand-, Situations- und Geometralzeichnen, Geographie und allgemeine Geschichte, deutsche Literatur, Arithmetik, Algebra, Geometrie, Nivelliren und Aufnahme mit dem Meßtisch, Mechanik, Hydraulik, Physik, Taktik, Artilleriewesen, bürgerliche Baukunst, Feld- und permanente Befestigung, Festungsbaukunst (der Geschichte der Befestigung wurde jedoch keine besondere Beachtung geschenkt), Minenwesen, Festungskrieg, endlich Exerziren, Fechten, Tanzen nebst mehreren unobligaten Gegenständen.

Der Lehrplan war somit, wenn auch ein Theil der angeführten Gegenstände ziemlich abgekürzt behandelt wurde, ein sehr umfassender und jedenfalls zweckentsprechenderer als jener der damaligen und späteren Lehranstalten der österreichischen Artillerie.*) Es hatte ursprünglich Kaiser Josef II. die Idee gehabt, eine vereinigte Ingenieur- und Artillerie-Akademie zu errichten, doch scheint dieser Plan an dem Widerstande der an der Spitze beider Waffengattungen befindlichen Persönlichkeiten gescheitert zu sein. Seine Ausführung würde wenigstens der Artillerie großen Vortheil gebracht und das Offizierkorps derselben in entsprechenderer Weise herangebildet haben.

Denn während Fürst Liechtenstein das Genie aufzufinden, heranzubilden und auf den rechten Platz zu stellen verstand und den Lehrplan seiner Schulen danach einrichtete, begünstigten seine

*) „Zur Geschichte der österreichischen Artillerietruppe." Archiv, Jahrg. 1867.

Nachfolger mehr das Talent, oder vielmehr nur den Fleiß. Denn der Artillerist konnte nicht etwa, sondern er sollte und mußte, wenn er in eine Lehranstalt eingetreten war, sich für eine höhere Stellung heranbilden. Selbst der vom Pfluge geholte Rekrut wurde ohne Rücksicht auf seine Befähigung mit „Lernen" überhäuft, und auch von dem Korporal, der nur ausnahmsweise zu höherer Stellung gelangte, verlangte man die gründliche Kenntniß der elementaren Mathematik.

Der Bombardier und Feuerwerker aber, die eigentlichen Offiziersaspiranten der Artillerie, wurden mit einer von vielen technischen Lehranstalten kaum erreichten Gründlichkeit in der Mathematik und in dem reinen Artilleriefache unterrichtet. Die anderen, ohnedies nicht zahlreichen Gegenstände wurden mehr als Nebengegenstände betrachtet. Man konnte sogar von einem Drill sprechen, da man weniger auf gut bestandene Prüfungen als auf den während des Jahres bethätigten Fleiß achtete und auch die Minderbefähigten in die höheren Jahrgänge aufsteigen ließ.

Es konnte nur eine rein artilleristische, aber keine allgemeine, geschweige denn akademische Bildung erlangt werden. Wer sich diese verschaffen wollte, mußte es aus eigenem Antriebe thun, wozu eben nicht Alle die Lust und Zeit besaßen, abgesehen davon, daß es an jeder gründlichen Anleitung dazu fehlte. Und wenn die einfache Lebensweise, welche die auf ihre Löhnung und die gewöhnliche Mannschaftskost beschränkten und von den untergeordnetsten Dienstverrichtungen nicht ausgenommenen Frequentanten der Regiments- und Bombardierschulen führten, Abhärtung und Genügsamkeit anerzog, so war andererseits der stete Verkehr mit der übrigen Mannschaft der Erwerbung feinerer Sitten nicht eben förderlich.

Mit der Beförderung zum Oberfeuerwerker aber hörte der Unterricht auf, und für eine höhere Ausbildung der Artillerieoffiziere wurde sehr wenig gethan. So kam es, daß die Mehrzahl der Letzteren wohl höchst pflichtgetreu und auch tapfer, aber eben nur für das reine Artilleriefach, also nur einseitig ausgebildet und für höhere Stellungen schon wegen des gewöhnlich sehr vorgerückten Alters körperlich und, weil das einst Gelernte vergessen und die Willensfrische durch das überlange Verharren in den Unteroffiziers- und niederen Offiziersgraden verkümmert worden war, auch geistig nur ausnahmsweise geeignet war. Aller-

dings gab es manche rühmliche Ausnahmen, und die österreichische Artillerie hat sich in allen Feldzügen rühmlich gehalten, auch dann, als das todte Material derselben sich längst nicht mehr auf der Höhe der Zeit befand. Es war auch ein günstiger Umstand, daß die Batterien von Subalternoffizieren, ja von Unteroffizieren, also von verhältnißmäßig noch rüstigen Männern geführt wurden.

Anders bei dem Ingenieurkorps!

Die aus der Ingenieurakademie hervorgegangenen Offiziere waren vielseitig gebildete Männer, welche, wenn auch das Avancement vom Hauptmann aufwärts sehr langsam ging, dadurch, daß sie gleich als Offiziere in die Armee traten, vielfach geistig beschäftigt wurden und stets fast nur mit ihren Standesgenossen und Höheren verkehrten sowie sehr häufig die Garnison wechselten, sich einen freieren Blick und weltmännische Sitten bewahrten und nicht verkümmerten.

So manche arge Uebelstände der ganzen Organisation des Ingenieurkorps wurden nur durch diese Eigenschaften seiner Offiziere ausgeglichen oder doch gemildert. Dennoch muß es zugestanden werden, daß viele Offiziere gerade in ihrem Fache nicht so genügten, wie es gefordert wurde. Die Ausbildung im Ingenieurfache mochte zeitweilig nicht intensiv genug betrieben und dem Kultus der anderen Gegenstände nachgesetzt worden sein.

Demungeachtet findet sich unter den einstigen Zöglingen der Ingenieurakademie eine stattliche Reihe von Männern, welche sich nicht allein im Ingenieurkorps, sondern auch bei anderen Truppengattungen, zu welchen sie bei ihrer Ausmusterung eingetheilt worden waren, einen Namen gemacht haben, wogegen Offiziere der Artillerie in früherer Zeit nur höchst selten zu anderen Truppengattungen übersetzt wurden.

Von diesen einstigen Zöglingen der Ingenieurschule und Akademie verdienen der Feldmarschall Graf Nugent, die Kriegsminister Latour, Koller und Bauer, der gelehrte Hauslab, die Generale Gasteler und Bianchi, sowie die tüchtigen Reiterführer Ott, Mohr und Simbschen genannt zu werden. Eine verhältnißmäßig sehr bedeutende Zahl endlich fand den Tod vor dem Feinde, worunter die drei H., der Stolz des österreichischen Ingenieurkorps, nämlich die Hauptleute Hermann und Hensel, dann General Hentzi, welche bei Erstürmung der von ihnen aufs Aeußerste vertheidigten Posten (Mont-Predil und Malborghetto 1809, Ofen 1849)

fielen, hervorragen. Ein Beweis für die Richtigkeit des Satzes, daß Ingenieure und Artilleristen die geeignetsten Kommandanten angegriffener Plätze sind.

Durch den 1780 erfolgten Tod des Herzogs Karl von Lothringen gelangte Graf Pellegrini an die Spitze des Ingenieurwesens. Derselbe war nicht für dieses Fach herangebildet worden, zeigte aber bedeutende Befähigung dafür, wie es die von ihm angegebenen und theilweise auch ausgeführten Entwürfe der Festungen Theresienstadt, Josephstadt, Königgrätz, Arad u. a. beweisen. Aber gerade die Ueberwachung dieser und anderer Bauten (es herrschte eine sehr rege Thätigkeit im Festungsbau) mögen die Thätigkeit des neuen Generaldirektors so vollständig in Anspruch genommen haben, daß er an eine durchgreifende Reform der Organisation seines Korps und eine festere Einigung desselben nicht denken konnte. Auch mochte der Kaiser keine Aenderung der von ihm herrührenden Einführungen, ohne deren Erfolg abzuwarten, gestatten. So kam es, daß außer der 1787 erfolgten Aufstellung einer „Garnisons-Mineur-Abtheilung" in den nächsten zehn Jahren keine bedeutenden Aenderungen verfügt wurden.

Wie gewöhnlich bei einem Regierungswechsel, trat auch 1790 nach dem Tode Josefs II. als erste Neuerung eine Aenderung der Adjustirung ins Leben! Der Rock der Ingenieuroffiziere behielt die frühere Farbe, doch wurde derselbe offen getragen und erhielt breitere, seitwärts aufgeknöpfte Schöße; dazu kamen eine lange gelbe Weste, gelbe Beinkleider, weiße Strümpfe, Kniestiefel und ein auf zwei Seiten aufgekrempter, quer aufgesetzter Hut ohne Tressen und Federbusch. Degen, Portepee, Feldbinde und Rohrstock blieben wie früher, ebenso die gepuderten Haare mit Zopf und Seitenlocken.

Die Mineure und Sappeure wurden zum ersten Male ganz gleich ausgerüstet und adjustirt. Sie erhielten dunkelhechtgraue Röcke und Westen nach dem für die Ingenieure vorgeschriebenen Schnitt, weiße Hosen, russischgraue Mäntel, Stiefel und Hüte, deren Krempe rückwärts aufgestülpt war, mit einem seitwärts angesetzten Federstutz. Der Tornister wurde, wie bisher, an einem breiten weißen Riemen hängend getragen. Als Waffen dienten ein Bajonettgewehr und ein mäßig gekrümmter Säbel, dessen Rücken sägeförmig eingefeilt war. Der bloß mit einer Parir-

stange versehene Griff war aus gegossenem Messing hergestellt. Dieser „Sägesäbel" wurde über fünfzig Jahre beibehalten; denselben erhielten auch die Pontoniere und Pioniere sowie die Zimmerleute der Infanterie.

Letztere waren um diese Zeit eingeführt worden, und es wurden jeder Kompagnie zwei Mann zugetheilt. Sie waren die Vorläufer der heutigen Truppenpioniere und so wie die Zimmerleute der Pontoniere ausgerüstet.

Auch die Pontoniere erhielten eine ähnliche Adjustirung, doch blieb die Farbe der Uniform- und Monturstücke die frühere, nur war die Form der Hüte eine andere.

Aehnlich war es bei den Pionieren, doch hatten die Röcke derselben die noch jetzt in der österreichischen Armee übliche hechtgraue Farbe, während das „Hechtgrau" des Ingenieurkorps eigentlich ein „lichtes Blau" war. Auch wurde vorläufig von der Abschaffung der Kaskets abgesehen, da dieselben noch in großer Anzahl vorräthig waren und weil man vielleicht abermals an die Auflösung dieser Truppe dachte.

Den zu den Mineuren und Sappeuren assentirten Inländern wurde das Eingehen einer Kapitulation bewilligt, wogegen die Ausländer entweder nur auf Kriegsdauer angeworben wurden oder lebenslänglich dienen mußten.

Die bisherigen Bestimmungen über die Kadetten wurden dahin geändert, daß die Stelle der Fahnenkadetten aufgehoben wurde. Die Schüler der letzten Jahrgänge der Akademie wurden zu Kadetten befördert und als solche zu den Sappeuren und Mineuren, oder nach vollständiger Absolvirung der Akademie als Offiziere ausgemustert und je nach ihrer Klassifikation dem Ingenieurkorps oder der Infanterie und Kavallerie zugewiesen.

Sowie bei der Artillerie der nur aus wenigen Personen bestehenden Generaldirektion nur die oberste Leitung zufiel, die meisten Geschäfte aber von dem Artillerie-Hauptzeugamt besorgt wurden, so bestand auch ein „Genie-Hauptamt", welches mit der Leitung des administrativen und technischen Dienstes betraut war und als dessen Chef der Stellvertreter des General-Geniedirektors fungirte. Demselben war auch das Genie-Archiv untergeordnet.

An der Spitze des Ingenieurwesens einer Armee und der wichtigsten Provinzen standen Generale oder Obersten als Feld-

Genie- und Distriktsdirektoren mit einigen Stabsoffizieren und Hauptleuten, während in den größeren Städten und in den Festungen Majors oder Hauptleute als Lokaldirektoren angestellt waren. Die bei dem Ingenieurkorps befindlichen Lieutenants wurden zu Oberlieutenants befördert, und fortan sollten die in das Ingenieurkorps einzutheilenden Kadetten des letzten Jahrganges der Akademie sofort als Oberlieutenants ausgemustert werden und Lieutenants nur bei den Sappeuren und Mineuren, die nun ihr eigenes Avancement hatten, bestehen. Doch waren Versetzungen von und zu den Ingenieuren nicht ausgeschlossen. Letztere hatten hierbei immer einen gewissen Vorzug, und es wurden die Kommandanten der Sappeure und Mineure aus der Reihe der Ingenieuroffiziere entnommen.

Das Mineurkorps kam von Peterwardein, woselbst es große Minenbauten ausgeführt hatte, nach Josephstadt, das Sappeurkorps nach Theresienstadt. Beide Korps veränderten in den nächsten Jahren wiederholt ihre Standorte, in welchen sich übrigens während der Feldzüge nur wenige Personen des Feldstandes und das Administrationspersonal befanden, da der Stab und die Kompagnien auf den verschiedenen Kriegsschauplätzen verwendet wurden, wo aber ihre Zahl fast stets ungenügend war. Man griff zu verschiedenen Auskunftsmitteln, die aber nur selten ihren Zweck erreichten oder, wenn es der Fall war, nicht weiter vervollkommnet, sondern bald wieder bei Seite gelegt wurden. Oft fehlte es gänzlich an einer oder der anderen Truppe, und es mußte dann eine solche erst improvisirt werden. Solches war namentlich bezüglich der Pontoniere und Pioniere der Fall.

So fehlte es 1795 der österreichischen Armee bei Mannheim anfänglich ganz an Pontonieren, weshalb der Artilleriemajor Vega aus Schiffern und Müllern eine Truppe für den Ueberfuhr- und Brückendienst bildete, bis endlich von der Rhein-Armee ein Pontonierdetachement anlangte. Im Jahre 1796 standen sämmtliche Pioniere bei den Truppen in Deutschland. Eine zwei Jahre früher in Italien aufgestellte Pionierabtheilung scheint durch Tod, Krankheiten und Desertion sehr bald aufgelöst worden zu sein. Beaulieu, welcher den Oberbefehl in Italien übernommen hatte, empfahl seinen Adjutanten, Graf Radetzky, für die Beförderung zum

Major beim „Pionierkorps" (eigentlich hieß dasselbe Bataillon). Dieser Vorschlag wurde genehmigt und Radetzky zugleich mit der Bildung eines neuen, aus Italienern bestehenden Pionier-Bataillons beauftragt. Diese Truppe stand sehr bald zur Verwendung bereit und leistete, obgleich es mit der Ausrüstung und noch mehr mit der Bekleidung sehr übel bestellt war, theils im Felde, theils in Mantua unter seinem nachmals so berühmt gewordenen Führer so vorzügliche Dienste, daß das stark zusammengeschmolzene Pionier-Bataillon jener Abtheilung zugetheilt wurde, welche nach der Kapitulation von Mantua mit kriegerischen Ehren abziehen durfte. Es waren Freiwillige aus den italienischen Regimentern und der Bevölkerung, dann angeworbene Arbeiter aus Friaul (welche noch jetzt als tüchtige Arbeitskräfte bei Eisenbahn- und Uferbauten gelten), zur Formirung des Bataillons herangezogen worden.*)

Trotzdem geschah nichts für die Vermehrung der technischen Truppen oder nur für eine Verbesserung ihrer Organisation, ja es wurde die so wünschenswerthe Einheit dadurch noch mehr geschädigt, daß jedes Korps seinen eigenen Entwickelungsgang nahm. So kam es, daß bald die einzigen Zeichen der Zusammengehörigkeit in der Unterstellung unter eine gemeinsame Oberleitung und der ähnlichen Adjustirung, und dieses nur bezüglich des Ingenieurkorps, der Mineure und Sappeure, bestanden, während Pontoniere und Pioniere ganz von den Ingenieurtruppen getrennt waren.

Auch der Tod des Feldmarschalls Pellegrini (1796) änderte diese traurigen Verhältnisse nicht. Sein Nachfolger, der Feldzeugmeister Lauer, war zwar ein kenntnißreicher und erfahrener Ingenieur, scheint aber kein besonderes Organisationstalent und auch nicht die Energie und den Einfluß besessen zu haben, um etwaige Reformvorschläge durchzusetzen. Er wurde zudem trotz seiner Gegenvorstellungen an der vollen Thätigkeit in seinem Ressort dadurch gehemmt, daß man ihm auch eine maßgebende Stellung im Generalstabe aufbürdete und ihn 1800 zum Alter ego des Befehlshabers

*) Die Leute des Bataillons waren theils mit abgelegten Monturen, theils noch mit Civilkleidern bekleidet und sahen nach Radetzkys Bericht „nicht eben proper" aus.

der Armee in Deutschland ernannte. Der Tag von Hohenlinden und sein Rücktritt waren die Folgen!*)

Die einzigen Reformen in dieser und im Anfange der nächsten Periode waren — Adjustirungsänderungen, die sich aber dafür um so häufiger folgten.

So erhielten 1798 die Offiziere für den kleinen Dienst „Kaputröcke" und dunkelgraue Hosen, die Röcke bekamen einen anderen Schnitt, und für die Stabsoffiziere wurde eine mit goldenen Tressen besetzte, für die Offiziere eine weißlackirte Degenkoppel vorgeschrieben. Die Portepees der Generale, Stabsoffiziere und Offiziere waren von verschiedener Größe, und es waren deren Feldbinden von Gold, Seide und Wolle. Die Hauptleute und Offiziere legten die spanischen Rohre ab, dagegen wurden die Zöpfe beibehalten und das bestehende „Bartverbot" für sämmtliche Offiziere sowie die Mannschaft der technischen Truppen und der Artillerie erneuert. Die Bekleidung der Sappeure, Mineure, Pioniere und Pontoniere wurde dem Schnitt nach, die Farbe und Bewaffnung jedoch nicht geändert. Nur die Tornister wurden nicht mehr herabhängend, sondern, wie gegenwärtig, auf dem Rücken getragen.

Schon 1801 erfolgten einige neue Aenderungen der Adjustirung, welche jedoch nicht sogleich zur allgemeinen Durchführung gelangten.

Dagegen erhielt das Unterrichtswesen einige Aenderungen. Die beiden ersten Jahrgänge der Akademie wurden als Vorbereitungskurse betrachtet, und die vorzüglichsten Schüler des sechsten Jahrganges durften zu Kadetten ernannt werden. Nur diese durften in den siebenten Jahrgang aufsteigen, aus welchem sie als Oberlieutenants des Ingenieurkorps, oder, wenn offene Stellen mangelten, als Lieutenants und Fähnriche der Kavallerie und Infanterie ausgemustert wurden. Da auch Schüler des sechsten Jahrganges zu den gedachten Truppengattungen als Offiziere

*) Der durch seinen derben Humor bekannte Feldzeugmeister Lindenau, der in dem Heere Friedrichs des Großen Stabsoffizier gewesen, war damals Generalstabschef des Erzherzogs. Als dieser ausrief: „Was werden die Wiener zu diesem Unglück sagen?" entgegnete Lindenau trocken: „Sie werden sagen, daß der Feldherr ein sehr junger Prinz ist und der Lindenau und Lauer ein paar alte E . . . sind."

eingetheilt wurden, so erscheint diese Bestimmung mindestens sonderbar und mußte bei vielen Schülern Unzufriedenheit und Erschlaffung des Eifers erzeugen.

Noch nachtheiliger war die Annahme des Grundsatzes, daß fortan die Ausmusterung zu den Sappeuren und Mineuren nur ausnahmsweise stattfinden, der Offiziersersatz dieser Korps also in diesen selbst herangebildet werden sollte. Doch kam diese Bestimmung erst in späterer Zeit zur vollen Geltung.

Auch die Bekleidung der Akademiker wurde geändert. Der weiße Rock und der Hut blieben als Paradeanzug, dagegen wurden für gewöhnlich schwarzgraue frackartige Röcke mit rothen Aufschlägen, gleichfarbige Pantalons und Kaputröcke, wie sie von den Offizieren getragen wurden, und Mützen eingeführt.

Die letzte Schöpfung Lauers war die Errichtung einer aus 18 Stabs- und Oberoffizieren bestehenden Garnison-Ingenieurabtheilung. Dieselbe wurde gleich der Garnisonsartillerie aus minder felddienstfähigen Offizieren, die jedoch die Adjustirung der anderen Ingenieuroffiziere behielten, gebildet, jedoch schon nach acht Jahren wieder aufgelöst. Der Stand des gesammten Ingenieurkorps betrug zu dieser Zeit durchschnittlich 160 Offiziere, doch blieben oft viele Stellen unbesetzt und manche Posten mußten an provisorisch aktivirte Offiziere des Ruhestandes oder an zugetheilte Offiziere anderer Truppenkörper (welche aus der Ingenieurakademie hervorgegangen waren und nach längerer Verwendung zuweilen in das Ingenieurkorps, jedoch nur als „überkomplet" und unter gewissen Rangbeschränkungen, versetzt wurden) vergeben werden.

An die Spitze des gesammten Ingenieurwesens war 1801 der Erzherzog Johann getreten. Dieser freisinnige und hochbegabte Prinz konnte aber damals — er war erst neunzehn Jahre alt — wohl im Besitze nicht unbedeutender Kenntnisse, aber gewiß nicht der Erfahrung und des Ueberblickes sein, wie sie gerade in dieser Zeit und bei den bestehenden Verhältnissen des Ingenieurwesens zu wünschen waren. Er war zudem mit mehreren anderen wichtigen Aemtern, so z. B. mit der Generaldirektion der Militärakademie, betraut, mußte in den folgenden Kriegen den Befehl von Armeen übernehmen und wurde wiederholt zu wichtiger politischer Thätigkeit berufen, so daß er sich im Frieden in

beschränkter Weise, im Kriege aber gar nicht der Leitung des Ingenieurwesens widmen konnte!

Die anfänglich dem Erzherzog an die Seite gegebenen Generale aber waren zumeist „Männer der alten Schule", und gerade weil sie sich in Befolgung der Grundsätze derselben Verdienste erworben hatten, jeder Neuerung abhold. Die Vorliebe zum Althergebrachten ging so weit, daß, als 1805 (bei der Artillerie noch später!) die Zöpfe und das Pudern der Haare abgeschafft wurden, mehrere Generale es sich vom Kaiser als einzige Gnade erbaten, die bisherige Adjustirung und wenigstens den Zopf noch fernerhin tragen zu dürfen! Auch beim Hofkriegsrathe, der alle Vorschläge der Chefs der verschiedenen Waffengattungen zu prüfen hatte und seine Machtvollkommenheit eifrig wahrte, fanden Reformprojekte, die nicht von ihm ausgegangen waren, selten eine freundliche Aufnahme. Selbst Erzherzog Karl konnte seine Vorschläge hinsichtlich der Anlage neuer Befestigungen nicht durchbringen, und sein Streben war fortan nur darauf gerichtet, dem Feinde eine möglichst große Streiterzahl entgegenzustellen. Endlich aber war die stete Finanznoth dem Aufschwunge des Ingenieurwesens hinderlich, und es mußten manche geplante Befestigungen aus politischen Gründen, d. h. um den Argwohn Napoleons nicht zu wecken, unterlassen werden. — Demungeachtet fehlte es nicht an zahlreichen Neuerungen (freilich mitunter von sehr zweifelhaftem Werthe), aber von einer durchgreifenden Reform des Ingenieurwesens und einer festeren Verbindung der verschiedenen Theile desselben konnte unter solchen Verhältnissen keine Rede sein.

So wurde das Sappeurkorps, nachdem schon früher die Zahl der Offiziere desselben vermehrt worden war, 1801 auf sechs und fünf Jahre später (bemerkenswertherweise immer erst nach dem Kriege) auf sieben Kompagnien, von welchen eine als „Garnisons-Kompagnie" bezeichnet wurde, gebracht. Auch das Mineurkorps, wo man jeder Kompagnie einen zweiten Hauptmann zugetheilt und den Mannschaftsstand um ein Geringes vermehrt hatte, erhielt 1805 eine fünfte Kompagnie. Weiter erfolgten einige Bestimmungen über die Dauer der Dienstzeit. Dieselbe war für die Angehörigen der verschiedenen Provinzen nicht gleich, doch mußten die zu den „Extra-Korps" Assentirten oder von der Infanterie dahin Uebersetzten eine bestimmte Kapitulation eingehen, deren Dauer bei den Sappeuren und Mineuren 14, bei

den Pontonieren 10, bei den Pionieren erst 8 und später 10 Jahre betrug. So wie bei der Artillerie konnten Freiwillige gegen ein erhöhtes Handgeld auch bei den Sappeuren und Mineuren angeworben werden.

Die Werbung in Deutschland, welche durch die politischen Verhältnisse ohnedies unmöglich geworden war, wurde formell aufgehoben, doch durften noch immer ausländische Freiwillige mit einer fallweise bestimmten Kapitulation eintreten. Adelige und Offizierssöhne durften als „unobligate Kadetten" angenommen werden, wogegen die „Expropriis" („Söhne von Beamten oder sonst distinguirten Personen" und im Uebrigen den Kadetten gleichgestellt) eine Kapitulation eingehen mußten. Später wurde die vierzehnjährige Dienstzeit auf alle aus den „Erbländern und Galizien sich ergänzenden Truppen", also auch auf die Pontoniere und Pioniere, ausgedehnt.

Von weit größerer Bedeutung war hingegen die 1810 verfügte Errichtung eigener Korpsschulen bei den Sappeuren und Mineuren, welche beiden Korps nunmehr „für ihren Offiziersersatz selbst aufzukommen hatten". Diese Schulen wurden schließlich auf fünf Jahrgänge ausgedehnt und waren allerdings sehr gut geleitet und eingerichtet, aber die so wünschenswerthe Einheit des Ingenieurwesens wurde dadurch noch mehr gelockert und das Spezialistenthum zu sehr gepflegt. Die verschiedenen Zweige der Mathematik, Zeichnen, allgemeine und Kriegsbaukunst, Festungskrieg, ein kurzer Abriß der Artillerielehre und Taktik waren die vorgetragenen Gegenstände. Der Lehrplan war somit jenen der Artillerieschulen ähnlich, und die Schüler konnten wohl eine gründliche Ausbildung für ihr Fach, jedoch keine akademische Bildung erlangen. Die Mineurschule befand sich in Hainburg, die Sappeurschule in Bruck an der Leitha, in welchen beiden Städten auch die Stäbe beider Korps durch nahezu 40 Jahre garnisonirten.

Das Pionierkorps erhielt gleichfalls eine Schule, zuerst in Korneuburg und später in Tulln. Der Ruf dieser Schule wurde bald ein bedeutender; sie erhielt eine größere Selbständigkeit, so daß sie den Kadettenschulen gleichkam und die in ihr ausgebildeten Schüler (es wurden auch Zahlzöglinge aufgenommen) auch bei anderen Truppen eingetheilt wurden. Auch für die Pontoniere war eine Schule errichtet worden. Da aber

bei der geringen Stärke dieser Truppe es nicht viel offene Stellen gab und dieselben häufig mit Zöglingen anderer Schulen besetzt wurden, so hatten in späterer Zeit die oberen Jahrgänge keine Frequentanten und es wurden in der Schule nur Unteroffiziere herangebildet.

Schon 1811 wurde eine neue Adjustirung eingeführt, durch welche wenigstens äußerlich die Einheit der Ingenieurtruppen mehr als bisher ersichtlich gemacht wurde.

Die Ingenieuroffiziere erhielten Röcke und Kapuströcke mit Sammetaufschlägen und gelben Knöpfen. (Die Farben blieben kirschroth und „dunkelhechtgrau".) Die Stabsoffiziere wurden durch Goldtressen auf den Aermelaufschlägen und goldbetreßte Hüte (quer aufgesetzt mit einem Federstutz) ausgezeichnet. Dazu kamen gelblederne Stulphandschuhe und Hosen und hohe Stiefel. Die Offiziere der Sappeure und Mineure waren ganz gleich adjustirt, nur war der Federstutz mit einigen gelben Federn gemengt. Die Mannschaft der Sappeure und Mineure trug hechtgraue Röcke von gleichem Schnitt mit Tuchaufschlägen, Tuchbeinkleider (lederne Handschuhe bei den Unteroffizieren), russischgraue Mäntel und hohe Stiefel. Die Hüte waren die auch bei der Artillerie eingeführten Korsehüte mit großen Federstutzen und bei den Unteroffizieren mit ½ bis 2 Zoll breiten Goldtressen besetzt. Die Meister, Feldwebel und Führer trugen spanische Rohre, die Ober-Sappeure und Mineure dagegen Haselstöcke an einem schmalen Riemen.

Auch bei den Pionieren wurde nur der Schnitt geändert, und hier wurde die hechtgraue, bei den Pontonieren die lichtblaue Farbe beibehalten. Die Hüte der Unteroffiziere dagegen waren mit Silbertressen besetzt.

Die Bewaffnung bestand bei den Sappeuren, Pionieren und Pontonieren aus einem Bajonettgewehr und dem Sägesäbel und die Mineure führten außerdem noch eine Pistole. Das Riemenzeug war weiß. Als „Arbeitsmontur" wurden Leinenkittel und Tuchmützen eingeführt.

Die den unglücklichen Kriegen von 1805 und 1809 folgenden bedeutenden Reduktionen der österreichischen Armee berührten die technischen Truppen (mit Ausnahme der Pioniere) zwar nicht, aber man ließ die offenen Stellen durch längere Zeit unbesetzt und erhielt auch den Mannschaftsstand nicht vollzählig. Und ob-

wohl 1813, als die ganze Armee auf den Kriegsstand gesetzt wurde, eine geringe Vermehrung des Mannschaftsstandes erfolgte, zur rascheren Kompletirung des Offizierkorps bei den Ingenieuren wieder Lieutenants kreirt wurden und die Garnisonabtheilung der Mineure kompletirt wurde, betrug doch der Stand des Ingenieur-, Sappeur- und Mineurkorps zusammen nur 2016 Generale, Offiziere und Soldaten!

Die inzwischen auf zwei Bataillone gebrachten Pioniere waren ungefähr ebenso stark, und der höchste Stand der Pontoniere erreichte nur 1000 Mann.

In der nun folgenden 33jährigen Friedenszeit dachte man nur daran, „die Wunden, die der Krieg geschlagen, zu heilen", nicht aber an die Vorbereitung für den Krieg. Doch wurde der Stand nicht vermindert, ja das Mineurkorps nach Auflösung seiner Garnisonabtheilung auf sechs Kompagnien gebracht.

Als Kuriosum mag bemerkt werden, daß 1817 auch ein „Marine-Ingenieurkorps" errichtet wurde. Die Offiziere desselben (es führte seit dem Jahre 1852 die Benennung „Marine-Schiffbaukorps" und wurde 1868 aufgelöst) waren ähnlich den Offizieren des Ingenieurkorps adjustirt, trugen jedoch Epaulettes und Hüte ohne Federbusch. Selbstverständlich stand dieses Korps in gar keinem Zusammenhange mit dem Ingenieurkorps.

Da der Soldat nach vollendeter Dienstzeit noch bis zum 38. Jahre landwehrpflichtig war und im Kriegsfalle ohne Rücksicht auf die früher bekleidete Charge als Gemeiner bei der Infanterie einrücken mußte, so nahmen namentlich die Unteroffiziere der Extra-Korps eine zweite Kapitulation an, so daß es an langdienenden Männern nicht fehlte, was für die Ausbildung der Truppe sehr förderlich war.

Im Uebrigen bestanden die Neuerungen während dieser Zeit fast nur in — Adjustirungsänderungen! So erhielten die Ingenieuroffiziere 1818 weiße Hosen, zugleich wurden für alle Chargen Portepees von gleicher Größe und seidene Feldbinden für alle Offiziere, 1827 kornblumenblaue Röcke für die Ingenieure, Mineure und Sappeure eingeführt. Doch schon 1837 wurde die Adjustirung der ganzen Armee vollständig geändert.

Die Offiziere erhielten Röcke oder vielmehr Fracks mit langen Schößen und einer Reihe Knöpfen und Beinkleider mit Goldtressen zur Parade, Fracks mit zwei Reihen Knöpfen und Kaput-

röcke als Kampagne-Uniform. Die Farbe der Röcke, Kapuströcke und Paradebeinkleider war bei den Ingenieuren, Pionieren und Pontonieren kornblumenblau, hechtgrau und lichtblau, die der Kampagnebeinkleider schwarzgrau. Der Hut wurde mit „beiden Spitzen nach vor- und rückwärts" getragen. Denselben behielten jedoch nur die Ingenieuroffiziere und die Stabsoffiziere der anderen Korps. Die Offiziere und Mannschaften der Letzteren erhielten Czakos, welche mit einer goldenen oder wollenen Rose und einem aufrechtstehenden Roßhaarbusch, dann mit einem Emblem versehen waren, welches bei den Sappeuren zusammengestellte Sappgeräthe, bei den Mineuren eine springende Mine, bei den Pontonieren einen Anker darstellte, bei den Pionieren aber bloß aus einer Kokarde bestand. Die Offiziere aller dieser Korps erhielten statt der Degen Säbel. Das Riemenzeug und die Koppeln der Offiziere waren schwarz. Die Rohr- und Haselstöcke der Unteroffiziere wurden beibehalten, dagegen wurde der Mannschaft das Tragen der Schnurrbärte gestattet. Die Bewaffnung der Mannschaft wurde nicht geändert, nur wurden auch bei den Pionieren die Männer des dritten Gliedes als Zimmerleute ausgerüstet. Die Pistolen der Mineure sollten nur bei der Minenarbeit getragen werden. Endlich wurde den Offizieren, wenn sie nicht „in Reih und Glied" standen, das Tragen schwarzer Kragenmäntel gestattet.

Die Pioniere waren indessen auch im Brückenbau eingeübt und mit dem nöthigen Brückenmaterial versehen worden, doch galten die Pontoniere noch immer als die in erster Linie berufenen Brückenschläger. Sie waren ohne Zweifel ein ausgezeichnetes Korps und in ihrem Fache fast unübertrefflich, jedoch eben nur für dieses Fach ausgebildet, und ihre Zahl war ungenügend. Aus der Reihe der Pioniere sollte nun der Mann hervorgehen, welcher das österreichische Kriegsbrückenwesen auf eine bisher nicht geahnte Höhe bringen sollte. Es war der Oberst Birago, dessen Brückensystem bald von den meisten Armeen angenommen wurde und auf dessen Betreiben 1843 die Vereinigung des Pontonier-Bataillons mit dem Pionierkorps erfolgte. Das Letztere wurde in drei Bataillone (das erste und zweite zu 6, das dritte zu 4 Kompagnien) gegliedert und der Stand der Schule vermehrt. Die Adjustirung blieb dieselbe, wie sie bisher bei den Pionieren bestanden hatte. Nur trat an die Stelle des Säbels ein breites, starkes Faschinenmesser, welches später auch bei den anderen

technischen Korps eingeführt wurde. Zugleich wurden das Oberste Schiffamt, an dessen Spitze ein General gestanden, sowie die „schiffamtlichen" Posten in Prag, Scharnstein u. a. O. aufgehoben, so daß die technischen Truppen sich wenigstens nicht mehr unter drei, sondern nur unter zwei verschiedenen Leitungen (Generalstab und General-Geniedirektion) befanden.

Beim Beginn des Jahres 1848 betrug der Stand des Ingenieur-, Sappeur- und Mineurkorps 2021, jener des Pionierkorps (auf dem Kriegsfuß) 3250 Mann. Oberster Chef war noch immer der Erzherzog Johann, sein Stellvertreter der unglückliche Feldzeugmeister Graf Latour. Ersterer wurde bekanntlich in diesem Jahre „deutscher Reichsverweser" und ging nach Frankfurt ab, Letzterer aber übernahm das Kriegsministerium. Und so war das ganze Ingenieurwesen seiner Leiter beraubt, und zwar zu einer Zeit, wo nicht nur auf beiden Kriegsschauplätzen Angriff und Vertheidigung der Festungen sowie die Anlage neuer Befestigungen die höchsten Anforderungen an das Korps stellten, sondern revolutionäre Bewegungen und Abfall mancher Truppenkörper die Existenz des Staates bedrohten. Trotzdem erfolgte keine definitive Ernennung eines neuen Chefs, sondern es wurde die Leitung von den eben in Wien befindlichen Generalen des Ingenieurkorps weitergeführt.

Dazu kam noch, daß beim Beginn der Wirren viele höhere Offiziere ihres vorgerückten Alters oder Kränklichkeit wegen in den Ruhestand traten und auch bei den jüngeren Offizieren zahlreiche, durch verschiedene Ursachen herbeigeführte Abgänge sich ergaben. Es muß daher um so höher anerkannt werden, daß die technischen Truppen unter diesen Umständen an vielen Orten Vorzügliches leisteten und überall Ausdauer und Treue bewahrten. Offiziere und Mannschaft erfüllten ihre Pflicht mit Ausdauer und Muth und widerstanden allen Verleitungen zum Abfalle, welcher Nationalität sie auch angehören mochten.

Doch auch jetzt wurden die von der beginnenden neuen Zeit geforderten Reformen mit — Adjustirungsänderungen eingeleitet. Freilich waren dieselben von der „öffentlichen Meinung" begehrt worden, da man die bisherige Adjustirung schon längst als für den Krieg gänzlich unpassend erkannt hatte. Darum wurden der Wegfall der Stöcke und Rohre, die Einführung von Gradabzeichen (man hatte bisher den Obersten von dem Major und beim Ingenieur-

korps den Hauptmann vom Lieutenant nicht unterscheiden können) und die den Offizieren ertheilte Erlaubniß zum Tragen des Schnurrbartes mit Freude begrüßt, während andere Neuerungen, namentlich die Einführung der Waffenröcke, von Radetzky und anderen Kommandirenden auf eigene Faust bewirkt wurden.

Indessen erkannte man auch sehr bald, daß die Zahl der technischen Truppen durchaus nicht genügte. Um den Stand der Offiziere des Ingenieurkorps zu kompletiren, musterte man die Zöglinge der Akademie vor der Zeit aus, übersetzte Offiziere anderer Truppenkörper (oft auch, wenn dieselben nicht aus der Akademie hervorgegangen waren) in das Ingenieurkorps und theilte ehemalige Offiziere, die sich darum bewarben, wieder ein. Demungeachtet bestand das Ingenieurkorps am Schlusse des Krieges aus nur 170 Offizieren.

Das Sappeur- und das Mineurkorps, seit 1846 in Olmütz stationirt, wurden gleich im Anfange um je zwei Kompagnien und 1849 abermals um zwei Kompagnien vermehrt. Da eine direkte Assentirung zu diesen Korps nur ausnahmsweise stattfand und dieselben durch Uebersetzung von Soldaten anderer Truppen ergänzt wurden, so hätte die Aufstellung dieser Kompagnien nicht leicht bewirkt werden können, wenn nicht durch die 1845 erfolgte Herabsetzung der Kapitulation auf acht Jahre die Zahl der Landwehrpflichtigen bedeutend vermehrt worden wäre. Man ging von der bestehenden Vorschrift ab und theilte diese Landwehrmänner nicht der Infanterie, sondern den Korps, wo sie früher gedient hatten, zu und verlieh ihnen auch nach kurzer Zeit die daselbst bekleideten Chargen. So mangelte es nicht an altgedienten Soldaten, wodurch die Leistungsfähigkeit dieser Korps sehr gefördert wurde.

Bei den Pionieren wurden alle Urlauber einberufen, zwei Kompagnien errichtet und durch Aufstellung eines Rekrutendepots für die Ergänzung gesorgt. Auch half man dort, wo es an Pionieren mangelte, durch verschiedene Mittel ab. Man verstärkte die vorhandenen schwachen Pionierdetachements durch zugetheilte Soldaten anderer Truppenkörper oder errichtete aus den Zimmerleuten und Freiwilligen eigene Abtheilungen. Es hatte zwar schon lange die Bestimmung bestanden, daß bei jeder Kompagnie der Fußtruppen je drei Mann in der Geschützbedienung und im Pionierdienst ausgebildet werden sollten, doch hatte man diese

Anordnung namentlich hinsichtlich der Pioniere nicht überall befolgt, daher die Bildung dieser Truppen-Pioniere oft auf große Schwierigkeiten stieß. Auch fehlte es, mit Ausnahme des Schanzzeuges, gewöhnlich an allen Requisiten und es mußte mit dem kümmerlichsten Material gearbeitet werden.

Der „Wiederherstellung der Ordnung" folgte eine Reihe von durchgreifenden Reformen, die aber nur zu häufig, ehe sie sich noch erprobt und eingelebt hatten, durch neue Bestimmungen verdrängt oder umgewandelt wurden.

An die Spitze des Geniewesens trat 1850 Feldmarschalllieutenant Graf Caboga, ein Dalmatiner. Er galt für einen guten Ingenieur und besaß ein nicht unbedeutendes Organisationstalent, doch wurden manche unter seiner Leitung ausgeführten Aenderungen nicht von ihm, sondern an anderer Stelle entworfen.

Mit Ausnahme der Adjustirungsänderung trat jedoch die Umgestaltung des Ingenieurwesens erst 1851 ins Leben. Das Ingenieurkorps wurde mit dem Sappeur- und Mineurkorps vereinigt und sollte unter dem Namen Geniewaffe aus dem Geniestabe und den Genietruppen bestehen.

An der Spitze stand der „General-Geniedirektor", welchem ein General als „Adlatus" beigegeben wurde. Die Direktion bildete eine Abtheilung des Kriegsministeriums, war in sechs Departements und, nachdem das „Armee-Oberkommando" an die Stelle des Kriegsministeriums getreten war, in zwei Sektionen, die wieder in fünf Abtheilungen zerfielen, gegliedert, welche Eintheilung jedoch wiederholt geändert wurde.

Der Geniestab bestand aus 8 Generalen, 51 Stabsoffizieren und 133 Hauptleuten und Oberlieutenants und fand bei der Generaldirektion, den 12 Genieinspektionen (in den Provinzen) und den denselben untergeordneten Geniedirektionen (in Städten und Festungen), der Genieakademie, dem (erst später errichteten) Geniekomitee und als Adjutanten Verwendung. Der Dienst des Stabes stimmte demnach im Wesentlichen mit jenem des bestandenen Ingenieurkorps überein.

Zu den Genietruppen zählten in erster Linie zwei Genie-Regimenter zu je 3 Feld-Bataillonen zu 6 und ein Lehr-Bataillon zu 4 Kompagnien. Letzteres war ausschließlich für die Ausbildung der Rekruten bestimmt und wurde bald nachher auf 6 Kompagnien gebracht. Das erste Regiment wurde aus dem Sappeur-, das

zweite aus dem Mineurkorps formirt, doch war der Dienst keineswegs verschieden, sondern es sollte nur der vierte Zug jeder Kompagnie aus Mineuren bestehen. Kommandant des Regiments war ein Oberst, während die Bataillone von Oberstlieutenants oder Majors geführt wurden.

Da die vorhandenen Offiziere und Mannschaften zur Kompletirung des so sehr erhöhten Standes, obgleich dieselbe successive durchgeführt werden sollte, nicht genügten, wurden viele Offiziere, welche ihre Ausbildung in der Akademie oder einer Korpsschule erhalten hatten, bei der Genietruppe eingetheilt. Ja, es wurden Offiziere, welche gar keine Kenntniß des Geniefaches besaßen, eingetheilt, um die Mannschaft im Exerziren, Schießen und Tirailliren tüchtig auszubilden!

An Stelle der bei den beiden Korps und anfänglich bei den Regimentern bestandenen Musikkorps wurde ein Musikkorps aufgestellt und den in Krems stationirten Lehr-Bataillonen zugetheilt. In letzterer Stadt befanden sich auch die Stäbe beider Regimenter, während die Feld-Bataillone und einzelne Kompagnien derselben in den Hauptstädten und Festungen der Monarchie, dann in den deutschen Bundesfestungen standen. Die Feld-Bataillone sollten sowohl im Felde, wo sie den Armeekorps und Divisionen nach Bedarf zugetheilt werden konnten, als in den Festungen verwendet werden. Die Garnisons-Genie-Kompagnie in Wien wurde ein Jahr nach der Aufstellung der Regimenter aufgelöst und deren Dienstleistungen einem Detachement des einen oder anderen Regiments übertragen. Die mit der Aufsicht „über die fortifikatorischen Objekte" und Kasernen betrauten Schanzkorporale (Unteroffiziere mit Feldwebelsrang) wurden nun Wallmeister und Kasernenaufseher genannt und unterstanden der Geniedirektion der betreffenden Garnison. Die Ergänzung, bisher noch immer durch Uebersetzung von Soldaten anderer Truppen bewirkt, sollte fortan durch Rekrutirung aus allen Theilen der Monarchie erfolgen.

Da aber die große Sprachenverschiedenheit selbst der bloßen praktischen Ausbildung — der theoretische Schulunterricht wurde noch mehr als früher vereinfacht — große Schwierigkeiten entgegensetzte, so wurden bald zumeist nur deutsche und slavische Rekruten herangezogen, zumal nur unter diesen die für den Geniedienst erforderlichen Handwerker in genügender Zahl zu finden

waren. Durch die Ersetzung der Landwehrpflicht durch eine bloß zweijährige Reserveverpflichtung wurde übrigens der Ersatz, auf welchen man im Kriegsfalle zurückgreifen konnte, in bedeutendem Maße vermindert.

Die Ingenieurakademie erhielt die Benennung Genieakademie. Ihre Zöglinge sollten, nachdem der letzte Jahrgang aufgelassen worden war, als Lieutenants, jedoch nur in der Genietruppe, eingetheilt und fortan sollten nur die Schüler der verschiedenen Schulkompagnien oder Kadettenschulen in die Akademie aufgenommen werden. Die Zahl der Kurse der Letzteren wurde auf vier vermindert. Der Lehrplan wurde jedoch nicht wesentlich geändert. Zugleich wurde die Akademie, an deren Spitze ein General oder Oberst stand, von Wien nach Klosterbrück in Mähren verlegt.

An Stelle des früheren siebenten Jahrganges der Akademie sollte ein höherer Lehrkurs für Offiziere errichtet werden, welche bereits eine Zeit im Stabe oder bei der Truppe gedient hatten und sich „besonders befähigt" erwiesen. Die Hörer dieses Kurses konnten „außer der Tour" befördert werden. Im Uebrigen besaßen die Offiziere des Stabes und der Truppe nur eine Rangtour, und sie wurden, um die beiderseitige Verwendbarkeit zu erlangen, häufig in ihren Dienstleistungen gewechselt.

Die bei den Sappeuren und Mineuren bestandenen Korpsschulen wurden aufgelöst und ihre Schüler in die Akademie eingereiht. Die Zahl der Zöglinge wurde nach einiger Zeit auf nur 100 festgestellt, später aber wieder erhöht.

An Stelle der gedachten Korpsschulen wurde eine Genieschul-Kompagnie in Krems (später in St. Pölten) errichtet. Dieselbe sollte 120 Kadetten aufnehmen, von welchen die ausgezeichnetsten nach zwei Jahren in die Akademie, die anderen nach drei Jahren und je nach dem Prüfungsresultate als Unteroffiziere in die Genietruppe eingereiht wurden. Dieselben sollten nicht früher zu Offizieren befördert werden können, bevor nicht ihre einstigen Mitschüler aus der Akademie als Offiziere ausgetreten waren.

Die Lehrgegenstände der Schul-Kompagnie waren Arithmetik, Geometrie, Meßtischaufnahme, kurzgefaßte Mechanik, Geschichte und Geographie, Religionsunterricht, Baukunst, Befestigungskunst, Militäradministration, Waffenlehre, Sappeur-, Mineur- und

Pionierdienst, Zeichnen, Fechten, Turnen und Schwimmen. Der Lehrplan war somit ein ganz genügender, doch wurde, da die in die Akademie aufgenommenen Schüler die meisten Gegenstände neuerdings hören mußten, viele Zeit verloren. Bei schlechtem Fortgange konnten die Schüler zur Wiederholung eines Jahrganges verhalten oder auch ausgeschlossen werden. Der freiwillige Austritt aus der Akademie wurde nicht gestattet. Dagegen mußten die Offiziere, welche auf Staatskosten in einer Militär-Lehranstalt ausgebildet worden waren, sich verpflichten, wenigstens ebenso lange aktiv zu dienen, als sie in dieser Anstalt gewesen waren.

Das Pionierkorps wurde ebenfalls reorganisirt und ähnlich der Artillerie in eine Feldtruppe und das technische Personal geschieden. Zu Ersterer gehörten die Bataillone (deren Zahl später auf vier erhöht wurde), ein Ergänzungsdepot (oder Bataillon) und die Bespannungen. Früher waren die Brückentrains von dem Fuhrwesen bespannt worden. Jetzt erhielt das Pionierkorps seinen eigenen Train, dessen Fahrer die Benennung Fahr-Pioniere erhielten. Die Bespannung einer Equipage unterstand einem Offizier.

Und wie bei der Artillerie nunmehr dem Pferdewesen fast mehr Beachtung als der rein artilleristischen Ausbildung geschenkt wurde, so suchte man auch hier das Reiten und Fahren auf die höchste Stufe zu bringen. Es wurden Pionieroffiziere in die Wiener Artillerieequitation entsendet, um sich zu tüchtigen Reitlehrern auszubilden, und die in den Provinzen stationirten Offiziere wurden zu den Equitationen der Kavallerie- und Artillerie-Regimenter kommandirt. Man that vielleicht des Guten zu viel, indem man nicht bedachte, daß möglichst große Beweglichkeit und Manövrirfähigkeit wohl für eine Feld-Batterie, nicht aber für einen Brückentrain, bei welchem es sich ja doch nicht um die Ausführung künstlicher Evolutionen handelt, geboten erscheint. Auch erforderte die Erhaltung des Trains sehr bedeutende Ausgaben.

Das technische Personal, welchem die Erzeugung und Aufbewahrung des gesammten Brückenmaterials zufiel, bestand aus Offizieren und den erforderlichen Handwerkern. Dasselbe befand sich in Klosterneuburg, wohin auch der Stab des Pionierkorps verlegt worden war.

Die Tullner Pionierschule wurde in die Pionierschul-Kompagnie verwandelt und ähnlich wie die Genieschul-Kompagnie organisirt, wobei jedoch die direkte Heranbildung zu Offizieren im Auge behalten wurde. Fallweise wurden indessen auch Zöglinge der beiden Militärakademien dem Pionierkorps als Offiziere zugewiesen.

Eine Schöpfung aus dieser Periode war auch die Errichtung des „Ingenieur-Geographenkorps". Dasselbe war theils mit der Kartographie im Wiener militärisch-geographischen Institut, theils mit der Mappirung in den Provinzen beschäftigt, stand jedoch in gar keiner Verbindung mit der Geniewaffe, sondern bildete einen Bestandtheil des Generalstabes und war wie dieser adjustirt, nur waren die Gradabzeichen von Silber.

Wie erwähnt, wurde auch die Adjustirung geändert. Die Farbe der Röcke und Beinkleider blieb ungeändert, doch wurden Waffenröcke und Pantalons mit Passepoils statt des Fracks und der goldbetreßten Hosen, Paletots und tressenbesetzte Koppeln eingeführt. Die Offiziere des Geniestabes trugen Hüte, sämmtliche Offiziere und Mannschaften der Genie-Regimenter dagegen Czakos ohne Roßhaarbusch und mit einem Doppeladler statt der früheren Embleme. Auch wurden statt der Sägesäbel und Trommeln Faschinenmesser und Hörner eingeführt.

Die Zöglinge der Akademie erhielten schwarze Waffenröcke mit rothen Aufschlägen, lichtblaue Hosen, Czakos und Faschinenmesser statt des früher eingeführten kurzen Säbels.

In ähnlichen Weise wurde die Uniform der Pioniere umgestaltet. Die Unteroffiziere der Bespannungen und die Fahr-Pioniere erhielten lederbesetzte Hosen und Kavalleriesäbel.

Für den General-Geniedirektor wurde ein eigener Anzug, bestehend in einem Waffenrock und Beinkleidern von kornblumenblauer Farbe mit den Knöpfen und Tressen der Generale, goldener Feldbinde und Generalshut mit lichtgrünem Federbusch, eingeführt. Die anderen Generale der Geniewaffe trugen, wie bisher, die gewöhnliche Generalsuniform. Bei den Armeen in Italien, Ungarn und Oesterreich wurden Generale als Feld-Geniedirektoren angestellt.

Doch schon 1855, nach dem Tode des Grafen Caboga, erfolgten abermalige Organisationsänderungen, die sich sowohl auf die Geschäftsführung der Generaldirektion, als auf die Eintheilung

der Truppen bezogen. Die schon 1851 angeordnete Errichtung des „Geniekomitee" kam erst jetzt zur Durchführung. Dasselbe bestand aus Offizieren des Geniestabes unter dem Präsidium eines Generals oder Obersten und hatte sich mit der Prüfung der ins Geniefach einschlagenden Erfindungen, der Vornahme von Versuchen, dem Berichte über fremdländische Militäreinrichtungen und überhaupt mit der Vorbereitung und Pflege der Ingenieurwissenschaft zu befassen, für welch letzteren Zweck die „Mittheilungen des Geniekomitees" dienten.

An die Spitze des Geniewesens wurde Erzherzog Leopold (ältester Sohn des gewesenen langjährigen Vizekönigs von Lombardo-Venetien, Erzherzogs Rainer) berufen. Dieser Prinz war damals 32 Jahre alt, war für dieses Fach gründlich herangebildet worden und widmete sich demselben mit allem Eifer. Die dem Geniewesen sehr zu Gute kommende Erweiterung des Wirkungskreises der Generaldirektion und die größere Unabhängigkeit derselben war vielleicht nur dem von dem Erzherzog entworfenen und mit Entschiedenheit vertretenen Programme der beabsichtigten Reorganisation zu danken. Leider verhinderten die politischen Verhältnisse und die Rüstungen und Kriege der folgenden elf Jahre die vollständige und konsequente Durchführung dieses Programms. Die ersten damals getroffenen Anordnungen müssen als ganz zweckentsprechend bezeichnet werden.

Hierher dürfte namentlich die Auflösung der beiden Genie-Regimenter zählen. Dieselben wurden in 12 selbständige Genie-Bataillone zu je 4 Kompagnien umgewandelt. Abgesehen von der hierdurch erzielten Dienstesvereinfachung (die einzelnen Bataillone waren oft über 100 Meilen von dem Regimentsstabe entfernt, hingen aber in ganz unbedeutenden Dingen von demselben ab) mochten auch manche Ersparungen erzielt werden, so z. B. bei den Inspizirungsreisen der Regimentschefs. Diese Reisen waren eben wegen der Kosten zuweilen sehr eingeschränkt worden und so geschah es, daß die Obersten für die Ausbildung von Truppen, welche sie selten oder nie gesehen hatten, verantwortlich gemacht wurden. Der Friedensstand wurde um einige Personen vermindert, der Kriegsstand hingegen um 12 Kompagnien vermehrt, indem bei jedem Bataillon eine Depot-Kompagnie aufgestellt und hierdurch die Ausbildung und Nachsendung des Ersatzes im Kriege gesichert wurde. Die in Krems, Verona und

Ofen stationirten Bataillone formirten eigene Genie-Brigaden, wogegen die anderen Bataillone den Brigadieren der Infanterie unterstanden. Die Aufstellung der Truppen während des Orientkrieges gegen Rußland erschwerte jedoch die rasche Durchführung dieser neuen Organisation und die Bataillone konnten nicht sofort die neuen Garnisonen beziehen.

Der Stab eines Bataillons bestand aus dem Kommandanten, dem Adjutanten desselben, 1 Rechnungsführer, 2 Aerzten, dem Bataillonshornisten und den Offiziersdienern, jede Kompagnie dagegen aus 1 Hauptmann (1. Kl.), 2 Oberlieutenants, 2 Lieutenants (seit 1852 bestanden auch Lieutenants 2. Kl.), 4 Feldwebeln, 8 Führern, 12 Korporalen, 24 Gefreiten, 2 Hornisten, 148 Gemeinen und 5 Offiziersdienern.

Die Bewaffnung erhielt eine wesentliche Verbesserung durch die 1856 anbefohlene Einführung gezogener Vorderladungsgewehre (System Lorenz) mit Stichbajonetten. Das Faschinenmesser wurde beibehalten und an diesem das wollene (bei Kadetten seidene) Portepee der Unteroffiziere getragen.

Doch schon nach zwei Jahren erfolgte eine neue Gliederung der Abtheilungen der Generaldirektion, die nun enger mit dem Armee-Oberkommando verbunden wurde. Letzterem wurde auch das Geniekomitee direkt unterstellt.

Um diese Zeit wurden auch die ersten Versuche mit elektrischen Feldtelegraphen angeordnet, deren Personal sowie die Fuhrwerke von der Geniewaffe beigestellt wurden. Doch wurde von der Aufstellung permanenter Telegraphenabtheilungen bei den Armeen und Armeekorps bald wieder abgegangen.

Daß der Stand der Genietruppen noch immer nicht genügte, zeigte sich im Feldzuge 1859. Nicht weniger als 9 Bataillone waren für den Dienst in den italienischen und dalmatinischen Plätzen erforderlich und es wurde noch immer über den Mangel an Genieoffizieren und Soldaten geklagt.

Für die übrigen Festungen des Staates, für die deutschen Bundesfestungen und eine am Rhein aufzustellende Armee blieben also nur drei Bataillone verfügbar. Da der größte Theil der Genietruppen sich auf dem Kriegsschauplatze befand, so war es nicht ungerechtfertigt, daß sich der Generaldirektor auch dahin begab und die Stelle eines Feld-Geniedirektors übernahm. Es handelte sich nur darum, daß er bei der Centralleitung durch

eine mit hinreichender Vollmacht versehene Persönlichkeit ersetzt werden konnte. Doch wurde im Feldzuge 1866 von dieser Bestimmung abgewichen.

Die Erfahrungen, welche man 1859 gemacht hatte, führten abermals zu Reformen, die in den zwei folgenden Jahren durchgeführt wurden, aber — weil fast ausschließlich nur Ersparungen bezweckend — dem Vortheile der Geniewaffe nicht förderlich waren.

Es waren mit der Lombardei nur einige minder bedeutende Festungen abgetreten worden, wodurch eine Verminderung der Geniewaffe keineswegs berechtigt erschien, zumal die Wichtigkeit der Festungen in Venetien jetzt eine höhere als vordem war. Demungeachtet fand eine bedeutende Reduzirung statt. Denn aus den bestehenden Bataillonen wurden wieder zwei Regimenter zu je 4 Bataillonen und 2 Depotkompagnien formirt, daher sich der Kriegsstand um 4 Bataillone und 8 Depot-Kompagnien verringerte. Das erste Regiment stand in Krems, das zweite in Verona. Zudem sollten die beiden Regimenter nur in rein technischer Beziehung der obersten Geniebehörden, in allen übrigen Dingen aber den Befehlshabern der anderen Truppen unterstehen. Bei jedem Regimente wurde wieder ein Musikkorps aufgestellt. Auch der Stand der Kompagnien wurde herabgesetzt und betrug nun bloß 1 Hauptmann, 1 Oberlieutenant, 3 Lieutenants, 4 Feldwebel, 8 Führer, 12 Korporale, 12 Gefreite, 110 Gemeine, 1 Hornist und 5 Offiziersdiener. Der früher 11 300 Mann betragende Stand der Geniewaffe sank auf etwa 7600 herab. Im Kriege wurde der Stand der Kompagnie um 40 Mann erhöht. Vortheilhaft mochte nur die Neuerung erscheinen, daß nunmehr „zur Fortschaffung der fahr- und tragbaren Ausrüstung der Genietruppe ein Train von 170 Wagen (worunter sich auch die Vehikel für den Feldtelegraphen befinden mochten) und 360 Pferden beigegeben wurde". Die Fahrer hießen „Fahrgemeine". Bei jedem Regiment wurde eine Unteroffiziersschule, welche die Heranbildung tüchtiger Unteroffiziere bezweckte, errichtet.

Die Wiedereinsetzung eines Kriegsministeriums hatte auch die Umgestaltung der obersten Leitung des Genieweſens zur Folge. Die Generaldirektion wurde in eine General-Genieinspektion umgewandelt, welche von dem Kriegsministerium getrennt, demselben jedoch gleich allen übrigen oberen Militärbehörden in administrativer und rein militärischer Hinsicht untergeordnet war.

Daneben befand sich noch eine eigene „Genieabtheilung" als ein Departement des Kriegsministeriums, welche als ein Verbindungsglied des Letzteren mit der Generalinspektion betrachtet werden durfte. Ein General war Chef dieser Behörde.

Der Stand des Geniestabes wurde wenig geändert. Ebenso blieb die Organisation der Akademie, für welche noch im Laufe des Feldzuges ein neues (statt des früheren provisorischen) Reglement ausgegeben worden war, ungeändert. Das Gleiche galt von der Genie-Schulkompagnie, aus welcher beim Beginn des Feldzuges sehr viele Zöglinge als Offiziere zu anderen Truppen eingetheilt wurden.

Dagegen wurden bei dem Pionierkorps, dessen Organisation seit zehn Jahren wenig geändert worden war, die Bespannungen aufgelassen, und fortan wurden so wie in früherer Zeit die Bespannungen der Brückenequipagen von dem Fuhrwesen beigestellt.

Auch eine Adjustirungsänderung wurde angeordnet! Dieselbe bestand im Wesentlichen darin, daß die Röcke mit nur einer Reihe Knöpfe und einem Umschlagkragen versehen und die Schöße verkürzt wurden. Der Mantel wurde bei Märschen und im Felde nicht gerollt, sondern angezogen und die Feldbinde von der Schulter zur Hüfte gehängt getragen. Bald darauf wurden für die Mannschaft statt der Leinenkittel „Aermelleibchen" (Westen mit Aermeln von der Farbe des Waffenrockes, nur von leichterem Stoff) eingeführt.

Erzherzog Leopold, der Generalinspektor, war 1864 auch zum „Marine-Truppen- und Flotteninspektor" ernannt worden und wurde 1866 zum Kommando des 8. Korps bei der österreichischen Nordarmee berufen. Er mußte also sowohl auf den beiden erstgenannten Posten wie als Geniechef bei der Hauptarmee durch andere Personen vertreten werden!

Dieser Feldzug hatte eine durchgreifende Reform nicht nur der Geniewaffe, sondern des gesammten österreichischen Heereswesens in fast jeder Beziehung zur Folge. Doch wurde die Reform der Geniewaffe erst nach zwei Jahren endgültig durchgeführt. Provisorisch wurde zuerst der Stand der Genietruppe erhöht, indem das Regiment aus 4 Bataillonen und 4 Reserve-Kompagnien, dann (im Kriege) 1 Depot-Bataillon zu bestehen hatte, was aber bald durch die definitive Organisation geändert

wurde. Diese Vermehrung soll schon vor dem Feldzuge beantragt, jedoch nicht bewilligt worden sein.

Der General-Genieinspektor wurde als „Hülfsorgan des Kriegsministers" bezeichnet und seine Obliegenheiten, die in erster Linie in der Inspizirung der Genietruppen, Behörden und Lehranstalten, der Festungen und Militärbauten ꝛc. bestanden, wurden genau detaillirt festgestellt. Im Uebrigen wurden die Agenden des gesammten Genieweſens der schon erwähnten Abtheilung des Kriegsministeriums übertragen. In den Hauptstädten wurden 17 Geniedirektionen mit 10 Filialen, neben diesen 50 Militär-Baudirektionen und Filialen derselben aufgestellt und bei den Armeen, Generalkommanden und Korps befanden sich Generale und Stabsoffiziere des Genieſtabes, zu welchem künftig nur Offiziere, welche den höheren — nunmehr auf zwei Jahre ausgedehnten — Genieſkurs absolvirt hatten, eingetheilt werden sollten. Der Stab bestand aus nur 103 Generalen, Stabsoffizieren, Hauptleuten und (9) Oberlieutenants. Als Ergänzung dieses wenig zahlreichen Personals mußte jedoch das neuerrichtete und aus 104 Stabsoffizieren und Offizieren bestehenden „Militär-Bauverwaltungs-Offizierskorps" betrachtet werden. Die Offiziere dieses Korps hatten ihre eigene Rangstour, waren aber so wie die Offiziere des Genieſtabes adjustirt, nur waren die Knöpfe und Abzeichen von Silber. Es ist dieses Korps zwar längst aufgelöst, doch werden noch jetzt viele Offiziere desselben in den Listen aufgeführt und im Baudienste verwendet.

Die Genietruppen wurden 1869 bedeutend vermehrt. Der Stand eines Regiments betrug nebst dem Stabe 5 Feld-Bataillone zu je 4 Kompagnien, 8 Reserve-Kompagnien und 1 Ergänzungs-Bataillon. Ferner mußten von beiden Regimentern im Kriegsfalle 13 Schanzzeugkolonnen, 1 Geniehauptpark, 15 Eisenbahnabtheilungen, 3 Feldbacköfen-Abtheilungen und 1 Seeminendetachement aufgestellt werden. Der Stand der Regimenter war, da diese Abtheilungen nicht gleichmäßig vertheilt waren, kein gleicher. Die Gesammtstärke der Geniewaffe war dadurch im Kriegsfalle auf 16 800 Mann gebracht worden.

Man suchte also alle für den technischen Dienst bestimmten Truppen unter eine Leitung zu bringen. Dieses zeigte sich auch dadurch, daß bald nach abgeschlossenem Frieden auch das Pionierkorps der General-Genieinspektion unterstellt wurde. Die nun

bevorstehende Vereinigung der Pioniere und Genietruppen wurde also schon damals, freilich in ziemlich ungenügender Weise, durchgeführt, hätte aber leicht vervollkommnet werden können! Es sollten auch die Genietruppen in verschiedenen Arbeiten (z. B. Herstellung von Straßen, Brücken und Eisenbahnen, Zerstörung derselben 2c.), welche man früher nur den Pionieren übertragen hatte, geübt werden.

Bald darauf wurde das Pionierkorps in ein aus 5 Bataillonen und 1 Zeugs-Depot-Kompagnie bestehendes Pionier-Regiment umgewandelt. Doch schon 1868 wurde Letzteres wieder unmittelbar dem Generalstabe unterstellt. Wenige Jahre später entfielen auch das Seeminendetachement und dann die Feldbacköfen-Abtheilungen, indem sie der Marine und den Verpflegsanstalten zugetheilt wurden.

Die Einführung der allgemeinen Wehrpflicht, die bedeutende Erhöhung des Kriegsstandes und besonders die Herabsetzung der Präsenzdienstpflicht auf nur drei Jahre bedingten es, daß die Ausbildung der Mannschaft in möglichst praktischer Weise und in kurzer Zeit bewirkt und von der Theorie entlastet, dafür aber die Heranbildung der Offiziere in desto gediegenerer Weise angestrebt und die Erhaltung eines Stammes von tüchtigen Unteroffizieren erzielt wurde. Letzteres sollte durch Ertheilung von Dienstesprämien, Erleichterungen des Dienstes, Aussicht auf Civilanstellungen u. dgl. erreicht werden, doch sind die gehegten Erwartungen nicht vollständig erfüllt worden, wenn auch die Genietruppen sich einer größeren Zahl altgedienter Unteroffiziere erfreuen, als es bei anderen Truppenkörpern der Fall ist.

Die Lehranstalten erfuhren eine umfassende Umgestaltung, deren Durchführung jedoch längere Zeit beanspruchte.

Zuerst wurde die Genieakademie wieder nach Wien verlegt,*) dann aber mit der Artillerieakademie in eine „Technische Militärakademie" vereinigt. Dieselbe sollte in eine Artillerie- und eine Genieabtheilung zerfallen und es wurde die Dauer des Unterricht auf vier Jahre festgesetzt.**) Die mathematischen

*) Die Schüler der oberen Jahrgänge wurden 1866 als Offiziere ausgemustert, die übrigen Zöglinge bei Annäherung der preußischen Armee nach Wien geschickt, wo sie mehrere Monate verblieben.

**) Gegenwärtig nur drei Jahre.

Wissenschaften einschließlich der höheren Mechanik, Physik und Chemie, Maschinenlehre, Rhetorik, Poesie, Logik, Rechtswissenschaft (im Auszuge), Militärgesetze, Heeresorganisation und Administration, Geographie und Geschichte, die Reglements-Terrainlehre, Felddienst, Taktik, Zeichnen, Fechten, Turnen, Reiten, Schwimmen, Exerziren (auch beim Geschütz), Scheibenschießen ꝛc. wurden in beiden Abtheilungen gleichmäßig gelehrt und geübt, wozu für die Genieabtheilung noch Geodäsie, Geologie (in ausgedehnterem Maße), sphärische Astronomie, Waffenlehre, die Ingenieurwissenschaften im Allgemeinen, Geschichte der Baukunst, Befestigungskunst und kurzgefaßter Mineur- und Sappeurunterricht kamen. Es ist auffällig, daß letztere Fächer und die Kriegsbaukunst überhaupt nicht in ausgedehnterem Maße behandelt wurden. Aber es sollten in der Akademie auch die Offiziere für das Pionier-Regiment herangebildet werden. Der erschöpfende Unterricht blieb für den höheren Kurs aufgespart. Die Zahl der Zöglinge betrug anfänglich 280 und wurde später auf nur 200 herabgesetzt. An der Spitze der Akademie stand ein (gewöhnlich der Artillerie entstammender) General.

Die Genieschul-Kompagnie war noch während des Feldzuges aufgelöst worden und es trat an ihre Stelle eine „Offiziers-Aspirantenschule der technischen Truppen". Als jedoch das Pionier-Regiment wieder dem Generalstabe unterstellt wurde, errichtete man für dasselbe eine eigene Vorbereitungsschule, die sich später in eine „Pionier-Kadettenschule" (in Hainburg) verwandelte. Die Aspirantenschule in Krems (dem Standorte zuerst der Stäbe beider Genie-Regimenter und dann des 2. Regiments) wurde nach Wien verlegt und in eine „Genie-Kadettenschule" umgestaltet. Dieselbe ertheilte in drei Jahrgängen einen dem Lehrplane der Akademie anschließenden Unterricht und unterstand mittelbar dem Kommandanten der Akademie, erfuhr aber bald mehrfache Aenderungen.

Das Geniekomitee wurde mit dem Artilleriekomitee und dem Intendanzkurs in ein „technisch-administratives Militärkomitee" unter dem Präsidium eines Artillerie- oder Geniegenerals vereinigt und in vier Sektionen gegliedert, von denen die zweite (Genie-) und vierte (technologische) Sektion je einem Geniegeneral oder Oberst unterstanden. Diesem Komitee fiel nebst den anderen Aufgaben, welche den bisherigen Komitees übertragen gewesen

waren, noch die Ausbildung befähigter Offiziere für gewisse Spezialfächer und für höhere Stellungen zu, weshalb mit ihm die höheren Kurse für Artillerie- und Genieoffiziere, dann der Stabsoffiziers-Vorbereitungskurs der Artillerie vereinigt wurden. Die Frequentanten des höheren Geniekurses, welche als Offiziere bereits zwei Jahre gedient haben mußten, erhielten demnach den Unterricht bei dem vereinigten Komitee.

Die Dauer des Kurses betrug zwei Jahre, während welcher die Frequentanten in den technischen Fächern überhaupt und in den Militär-Ingenieurwissenschaften (wozu noch Taktik, Strategie und englische oder französische Sprache kamen) gründlich unterrichtet werden sollten. Ueber manche Gegenstände konnten auch die Vorträge an der Wiener Universität, Polytechnik und anderen Hochschulen gehört werden.

Um auch den rein praktischen, sozusagen handwerksmäßigen Theil des Geniedienstes zu heben, wurden für die Militär-Bauwerkmeister (theils Beamte, theils im Unteroffiziersrange stehend) bei den Regimentern eigene Schulen errichtet, welche jedoch bald in einen mit dem Komitee vereinigten „Militär-Bauwerkmeisterkurs" umgewandelt wurden.

Die Adjustirung der gesammten Armee war 1868 geändert worden und besteht im Wesentlichen noch jetzt. Die Röcke erhielten wieder Stehkragen, und es wurden dunkelgraue Mäntel eingeführt. Bei der Geniewaffe wurden die blauen Beinkleider durch dunkelgraue ersetzt. Die Schüler der Genie-Kadettenschule waren wie die Geniesoldaten, jene der Pionier-Kadettenschule wie die Pioniere (mit hechtgrauen Röcken und Beinkleidern, stahlgrünen Aufschlägen und weißen Knöpfen) adjustirt. Die Bewaffnung wurde durch die Einführung eines leichten Hinterladungsgewehres (System Werndl), des sogenannten Extrakorpsgewehrs, verbessert.

Zugleich wurden auch bei den anderen Waffengattungen Vorkehrungen getroffen, um die technischen Truppen in ihrem Dienste unterstützen oder bei deren Abwesenheit in den dringendsten Fällen ersetzen zu können. Die (die Stelle der „Sappeurs" bei den Franzosen ersetzenden) Zimmerleute der Fußtruppen waren bereits früher abgeschafft und aus den im Pionierdienste geübten Leuten eigene Pionierabtheilungen bei den Regimentern gebildet worden. Doch wurden diese Abtheilungen wenig oder gar nicht geübt, sondern

erst im Bedarfsfalle zusammengestellt und es mangelte an festen Bestimmungen hinsichtlich ihrer Stärke und des Ganges ihrer Ausbildung.

Nun wurde die bleibende Aufstellung solcher „Pionierabtheilungen" bei den Infanterie-Regimentern und Jäger-Bataillonen (jede Kompagnie im Frieden 2, im Kriege 4 Mann) angeordnet. Die hierzu geeigneten Leute des Gewehrstandes wurden zuerst als Infanteristen und dann als Pioniere ausgebildet und als solche mit dem erforderlichen Werk- und Schanzzeug ausgerüstet und bloß mit einem Faschinenmesser bewaffnet. Die Leitung der Abtheilung wurde einem Offizier übertragen. Nachdem die Organisation der österreichischen und ungarischen Landwehr genügend vorgeschritten war, wurden auch bei dieser während der Uebungszeit Pionierabtheilungen, und zwar in Kriegsstärke, aufgestellt.

Bei der Kavallerie wurde von jedem Regiment ein Zug (1/4 Eskadron) als Pionierzug ausgebildet und in sehr zweckmäßiger Weise (auch mit Sprengmitteln) ausgerüstet. Im Kriegsfalle wurde dieser Zug von seiner Eskadron abgetrennt und an seiner Stelle ein Reiterzug aufgestellt, so daß das Regiment aus 6 Feldeskadrons, 1 Depoteskadron, 1 Zug Pionieren und 1 Zug Stabsdragoner bestand.

Anfänglich sollten alle landwehrpflichtigen Pioniere und Geniesoldaten in die Fußtruppen der Landwehr eingereiht werden. Dieses wurde aber sehr bald dahin abgeändert, daß diese Landwehrmänner wohl bei der Landwehr in Evidenz gehalten, im Kriegsfalle aber einer Reserve- oder Ersatz-Kompagnie des Pionier- oder eines Genie-Regiments zugetheilt werden sollten. Eventuell können bei dem betreffenden Regiment auch besondere „Landwehr-Genie-" oder „Pionierabtheilungen" formirt werden.

Bei der vor sechs Jahren durchgeführten Organisation des Landsturms wurde ebenfalls bestimmt, daß die landsturmpflichtigen ehemaligen Soldaten der technischen Truppen den Reserve- und Ersatzformationen der Letzteren zugetheilt oder in eigene „Landsturm-Genie-" und „Pionierabtheilungen" vereint werden können. Auch ist, wenn es sich um Herstellung größerer Befestigungsanlagen handelt, die Aufstellung eigener „Arbeiterabtheilungen" aus Leuten, welche nicht bei den technischen

Truppen gedient haben, jedoch in Erd- oder Mauerarbeiten sehr geübt sind, vorgesehen worden.

Der Genieſtab erfuhr jedoch schon 1876 eine Aenderung seiner Organisation, indem das Militär-Bauverwaltungs-Offizierskorps aufgelöst und die Mehrzahl seiner Mitglieder dem Genieſtabe oder den Militär-Baudirektionen zugetheilt wurde, wodurch sich der Stand bedeutend erhöhte.

Erzherzog Leopold, schon seit längerer Zeit leidend, trat 1880 von seinem Posten zurück. Sein Nachfolger war der Feldmarschall-lieutenant (nunmehr Feldzeugmeister) Frhr. Salis-Soglio, ein durch seine Leistungen auf dem Gebiete der Wissenschaft und der praktischen Anwendung derselben vortheilhaft bekannt gewordener Ingenieur, welcher die Gebrechen der Organisation seines Korps wohl erkann' und unentwegt nicht bloß für eine Reform, sondern noch mehr für eine bedeutende Vermehrung der technischen Truppen einstand. Eine von ihm noch in demselben Jahre getroffene Maßregel war auch die Standesänderung der Genietruppen, welche inzwischen durch die Ausscheidung der Seeminen- und Backöfen-abtheilungen vermindert worden waren. Nunmehr sollte jedes Genie-Regiment aus 5 Feld-Bataillonen (zu 4 Kompagnien), 8 Reserve-Kompagnien, 1 Ergänzungs-Bataillon (zu 5 Kompagnien), dann 6 oder 9 Feldeisenbahn-Mineurabtheilungen und 4 oder 9 Schanzzeugkolonnen bestehen. Die Aufstellung des Geniehauptparkes fiel dem zweiten Regiment zu. Auch wurden im Kriegsfalle aus den Reserve-Kompagnien Bataillone formirt. Der Gesammtstand der Geniewaffe betrug mit Einschluß des Stabes rund 17 000 Mann, 1200 Pferde und 440 Wagen.

Indessen war der Wunsch nach einer Vereinigung aller technischen Truppen mehrseitig zum Ausdruck gekommen, und Freiherr Salis-Soglio entwarf eine die verschiedenen Dienstzweige der technischen Truppen und die neue Eintheilung der Armee berücksichtigende Organisation, nach welcher die einer Leitung unterstehenden technischen Truppen aus dem Stabe, 15 Bataillonen Feldpionieren (in mehrere Regimenter vereinigt), 1 Regiment Festungspionieren, 1 Regiment Eisenbahnpionieren und 3 Kompagnien Telegraphenpionieren bestehen sollte, so daß jedes Korps 1 Bataillon technischer Truppen erhielt und für spezielle Dienstzweige noch eine angemessene Zahl zur Verwendung blieb.

Die 1883 angeordnete Errichtung des Eisenbahn- und Telegraphen-Regiments schien einen Theil dieses Programms verwirklichen zu sollen, freilich in etwas abweichender Weise. Dieses Regiment wurde aus den Eisenbahn-Mineurabtheilungen und 12 Reserve-Kompagnien der Genietruppe in Korneuburg bei Wien aufgestellt und bestand anfänglich aus nur 2 Bataillonen, bis im vorigen Jahre das 3. Bataillon formirt wurde. Die Adjustirung ist jener der Pioniere ganz gleich, und bildet ein am Rockkragen angebrachtes, „von einem Blitz durchzogenes Rad" aus Gold oder gelbem Metall das Unterscheidungszeichen. Im Kriegsfalle wird das Regiment, welches gleich den Pionieren dem Generalstabe untersteht, von den ihm zugetheilten (von den Eisenbahngesellschaften zu stellenden) Hülfsabtheilungen unterstützt.

Seither besteht die Genietruppe aus den 2 Regimentern zu je 2 Bataillonen, 2 Reserve-Kompagnien und 1 Ersatz-Bataillon, dann den auf beide Regimenter vertheilten 15 Schanzzeugkolonnen und dem Geniehauptpark mit (einschl. des Stabes) 14 300 Mann, 1800 Pferden und 400 Wagen. Die meisten Bataillone und Kompagnien der Genietruppe sind inzwischen nach Galizien, Wien, Komorn und andere mehr östlich und nördlich gelegene Orte stationirt worden, während das Personal der Geniedirektionen in den aufgelassenen Festungen etwas verringert wurde.

Die Idee der Vereinigung sämmtlicher technischer Truppen unter eine Leitung wurde jedoch immer wieder angeregt, nur neigte man sich in maßgebenden Kreisen der Ansicht zu, daß diese Leitung dem Generalstabe übertragen werden und an die Stelle des Geniestabes ein technischer Stab (der eine Abtheilung des Generalstabes bilden würde) treten solle.

Daß diese Idee ihrer Verwirklichung näher gerückt worden sei, ließ sich schon aus den 1890 veröffentlichten Bestimmungen über den Dienst der Pioniere und Genietruppen erkennen. Zwar bestand noch immer ein bedeutender Unterschied zwischen den Dienstleistungen beider Truppen, aber es war bereits sehr viel zur gemeinsamen Arbeit geworden. So zählten zum speziellen Dienst des Pionier-Regiments: Der Bau von Kriegsbrücken sowie von Noth- und halbpermanenten Brücken, die Ueberschiffung von Truppen und Heergeräth mit Hülfe des normalen Kriegsbrückenmaterials und anderen Transportmitteln und die Herstellung der Wasserbauten, welche bei Ausführung dieser und anderer Arbeiten

zu deren Sicherung erforderlich sind. Zu den besonderen Aufgaben der Genietruppen dagegen gehören die technische und fortifikatorische Herrichtung des Kriegsschauplatzes, die Mitwirkung bei der Vertheidigung und beim Angriffe von Schanzen und befestigten Oertlichkeiten und die bei Belagerung und Vertheidigung fester Plätze auszuführenden Minen- und Sappenarbeiten.

Gemeinschaftlich liegen den Pionieren und Genietruppen ob: Die im Lager und auf dem Marsche vorkommenden wichtigsten technischen Arbeiten, die Herstellung und Zerstörung von Wegen und Straßen, Zerstörung von Brücken und Eisenbahnen (bei den Pionieren auch Mithülfe beim Bau der Letzteren), die Befestigung von Stellungen und Schlachtfeldern und die Anlage von Befestigungen überhaupt. Die Ausführung eines bedeutenden Theiles der letztgenannten Arbeiten wird übrigens gegenwärtig auch von den Pionieren der Infanterie und Kavallerie gefordert.

Uebrigens wurde in diesen Bestimmungen das öfter vorkommende Zusammenwirken beider Truppengattungen ins Auge gefaßt und bestimmt, daß bei fortifikatorischen Arbeiten, Sprengungen 2c. der Genieoffizier, bei Brückenbauten, Wasserfahrten u. dgl. der Pionieroffizier die Leitung zu übernehmen habe. Als Vorbereitung durfte es betrachtet werden, daß an verschiedenen Orten die Genietruppen zu Hülfsarbeiten beim Brückenschlagen herangezogen und Pionieroffiziere zu den Uebungen der Genietruppen kommandirt wurden.

Doch schon im Vorjahre mußte man die Verschmelzung beider Truppengattungen als eine beschlossene Sache ansehen. Es wurde nämlich durch einen kaiserlichen Erlaß angeordnet, „daß die Genietruppen auch mit dem Gebrauche des Kriegsbrückenmaterials vertraut zu machen und zu diesem Zwecke mit einem entsprechenden Vorrathe an Uebungsmaterial zu betheilen seien.“ Letzteres ist bereits geschehen und ist auch die Einübung der Genietruppen im „eigentlichen“ Pionierdienste (der Ausdruck Pontonierdienst wäre vielleicht zutreffender), wo es thunlich war, begonnen worden.

So werden von den in Wien und Krems befindlichen Genie-Bataillonen abwechselnd zwei Kompagnien zu den Pionieren nach Klosterneuburg kommandirt, um daselbst im Wasserfahren, Brückenschlagen u. dgl. eingeübt zu werden. Eine Heranbildung der Pioniere im Sappen- und Minendienste in größerer Ausdehnung ist dagegen noch nicht begonnen worden. Ein bedeutsames Zeichen

ist es ferner, daß die Genie-Kadettenschule seit längerer Zeit keine Schüler aufgenommen hat und als ihrer Auflösung entgegensehend betrachtet wird.

Die Verschmelzung der Genietruppen mit den Pionieren gilt als gewiß, und wird als Beweis hierfür auch der kürzlich erfolgte Rücktritt des Frhrn. Salis-Soglio angenommen. Noch sind indessen weder der Zeitpunkt, bis zu welchem diese Vereinigung durchgeführt werden soll, noch die Modalitäten derselben offiziell bestimmt worden. Man hatte anfänglich das Jahr 1896 bestimmt, glaubt nun aber schon in zwei Jahren die bedeutendsten Schwierigkeiten bewältigen zu können.

Ueber die künftige Organisation der technischen Truppen kann jedoch schon jetzt mit Bestimmtheit gesagt werden, daß der Regimentsverband der Pioniere und Genietruppen aufgelöst wird und aus den 15 Bataillonen derselben ebensoviele Bataillone Pioniere formirt werden, von welchen je eines jedem Armeekorps zugetheilt wird. Die Heranbildung der Offiziere würde aus der bedeutend erweiterten Pionier-Kadettenschule (und der jedenfalls einer bedeutenden Umgestaltung entgegensehenden Akademie) erfolgen. Der künftige Geniestab oder technische Stab dagegen würde sich aus Schülern eines höheren technischen Kurses ergänzen und einen Theil des Generalstabes bilden.

So ist denn das Programm des Frhrn. v. Salis wenigstens zum Theil seiner Ausführung nahe, und wird dann wenigstens dem Mangel an den den Feldtruppen zuzutheilenden Pionieren abgeholfen werden. Auch die damals beantragten Eisenbahnpioniere und Telegraphenpioniere würden in nahezu gleicher Stärke durch das gegenwärtige Eisenbahn- und Telegraphen-Regiment vertreten sein, welches zwar ein selbständiger Truppenkörper ist, aber doch auch dem Generalstabe untersteht. Es fragt sich nur, ob und in welcher Ausdehnung dem technischen Stabe die Leitung aller technischen Truppen übertragen werden wird?

Letztere haben nach dem Vorstehenden im Laufe der Zeit viele, nicht immer besonders vortheilhafte Wandlungen erfahren und stehen nun vor einer neuen, vielleicht alle früheren Aenderungen an Umfang und Bedeutung weit überragenden Umgestaltung, welche trotz der anerkannten Tüchtigkeit der einzelnen Korps, trotz der Intelligenz seiner Offiziere und der praktischen Ausbildung der Mannschaft, trotz des trefflichen Geistes, welcher

Alle beseelt, und trotz der rühmlichen Leistungen im Felde und bei Elementarereignissen, auf welche alle technischen Truppen der österreichischen Armee mit Stolz zurückblicken dürfen, doch längst von den einsichtsvollsten Männern der Armee und der technischen Truppen als eine unaufschiebbare Nothwendigkeit erkannt wurde, und man darf hoffen, daß diese Umgestaltung die besten Folgen haben wird.

Ob man aber doch nicht sehr bald sich der Ansicht zuwenden wird, daß die vollständige Durchführung des Salisschen Programms, welches neben der Aufstellung der Feld-, Telegraphen- und Eisenbahnpioniere auch diejenige von Festungspionieren als einer bloß für den Festungskrieg bestimmten und für denselben in der gründlichsten Weise geschulten Truppe beantragte, vortheilhafter gewesen wäre, wird die Zeit lehren.

Man hat die Festungsartillerie, die wiederholt mit der Feldartillerie vereinigt gewesen war, definitiv von der Letzteren getrennt, vermehrt und auf eine höhere Stufe der Ausbildung als je vorher gebracht. Warum sollten also nicht auch einige Bataillone „Festungspioniere" als eine verbesserte Neuauflage der einstigen so bewährten Sappeur- und Mineurkorps errichtet werden? Zu der Zeit, als das Heer nur durch eine beschränkte Konskription sich ergänzte, war die Aufstellung einer bloß für besondere Zwecke bestimmten Truppe eine Sache, an welche man nur nach langer Ueberlegung gehen durfte. Mit der Einführung der Millionen von Streitern zur Verfügung stellenden allgemeinen Wehrpflicht aber dürften diese Bedenken geschwunden sein und die Existenz einer bescheidenen Zahl von Festungspionieren keine belangreiche Verminderung der Feldarmee bedeuten!

A. Dittrich,
K. K. Landwehrhauptmann.

XX.

Die Beziehungen der Photogrammmetrie zu den topographischen Neuaufnahmen im bayerisch-österreichischen Grenzgebirge.*)

Von

Vincenz Pollack

in Wien.

In den meisten Staaten werden die Aufnahmen für Kartendarstellungen von Seiten militärischer Behörden durchgeführt.

Es ist hierbei ganz selbstverständlich, daß eine solche militärische Landesaufnahme in erster Richtung den militärischen Rücksichten Rechnung tragen wird und erst in zweiter Linie den Anforderungen der Wissenschaft und Technik, der Bauunternehmungen jeder Art u. dgl., weshalb sie dann auch sehr häufig in den letzteren Fällen ihre Dienste vollständig versagen, wenn auch

*) In den Artikeln XI und XVII des Jahrg. 1892 dieser Zeitschrift sind die Grundlagen der Photogrammmetrie, die geschichtliche Entwickelung letzterer und die neuesten Instrumente behandelt, so daß über den Gegenstand eigentlich nichts weiter zu bemerken wäre, wenn nicht die im Zuge befindlichen Neuaufnahmen in Bayern zu einigen Betrachtungen Anlaß geben würden. Anmerk. d. Verf.

In den vorstehend angezogenen Archivartikeln (Jahrgang 1892, S. 209 u. f.; S. 449 u. f.) ist neben anderen der Name Pollack als der eines hervorragenden Förderers der noch jungen und noch nicht genügend gewürdigten Kunst des Meßbildverfahrens gebührend hervorgehoben worden. Wer jene Artikel gelesen und sich Etwas davon behalten hat, wird sich freuen, daß eine Autorität des Faches damit zu-

nach den am Papier stehenden Aufnahmsinstruktionen — die mitunter Unmögliches vorschreiben — ein solcher einschneidender Mangel nicht zu vermuthen wäre!

Sobald man sich also auf den dem Fortschritt der Zeit entsprechenden Standpunkt stellt, daß die Karten auch der letztangeführten Beziehung möglichst entsprechen, daß sie also wissenschaftlich, technisch*) und touristisch brauchbar sein sollen, daß sie die Schichtenlinien nicht nahezu bloß als irreführende Ausstattung zeigen, sondern thunlichst der Wirklichkeit entsprechend darstellen, daß auf Hügel- und Gebirgsrücken (die Kammlinien) die hohen und tiefen Punkte richtig cotirt sind, daß die Gefällsverhältnisse der Wasserläufe und Thäler mit ihren Stufen und den Bauarten der Gehänge genügend charakterisirt erscheinen 2c., so werden die Detailkarten, je tiefer man in gebirgige Gegenden eindringt, um so weniger entsprechen.

In vielen Fällen liegt allerdings altes Kartenmaterial vor, und werden neue Aufnahmen etwas besser durchgeführt, doch entsprechen auch diese noch lange nicht, insbesondere, was die höheren Gebirge**) betrifft.

Als Grundlage für die topographischen Detailaufnahmen werden zumeist die Steuerblätter (Katastralpläne in Oesterreich), die in einem großen Maßstabe angefertigt werden, benützt.

In reich kultivirten Landstrichen enthalten dieselben, insofern sie nicht etwa schon veraltet oder mit unzureichenden Mitteln

---

frieden gewesen ist und daraus Gelegenheit genommen hat, selbst das Wort zu ergreifen; wer sie nicht gelesen oder nicht beachtet und bereits wieder aus dem Gedächtniß verloren hat, der kommt vielleicht jetzt darauf zurück und gewinnt Interesse an der Sache. Pollack hat viel Erfahrung; er hat viel Pläne gesehen und sie mit dem Gelände verglichen. Ueber seine bezüglichen Erfahrungen redet er mit Sachkenntniß und — sehr freimüthig. Da er keine Namen und Nationen nennt, so braucht sich kein Topograph über ihn zu ärgern, wenn er sich nicht getroffen fühlt, wenn er sich bewußt ist, keine Schichtlinie eingetragen zu haben, für die er nicht Bürgschaft übernehmen kann.

Anm. d. Red.

*) Hier ist auch militärisch-technisch gemeint, wie es für Ingenieuroffiziere erwünscht oder nothwendig erscheint. Anm. d. Verf.

**) Um ein nicht zu nahe liegendes Beispiel zu citiren, sei erwähnt, daß die Pyrenäenkarten vor sechzig Jahren aufgenommen wurden.

aufgenommen sind, Alles für eine richtige Situation Nothwendige, jedoch meist ohne Berücksichtigung der Höhenverhältnisse. Nur in Schweizer Gemeinden habe ich auch Pläne gesehen, die auf Grund von durchgeführten Höhenaufnahmen auch mit zahlreichen Höhenzahlen und daraus richtig konstruirten Schichtenlinien versehen waren.

Je werthloser jedoch der Boden wird (je geringer also der Steuerertrag), desto umfangreicher werden auch die Parzellen, so daß im Gebirge ganze Steuerblätter nahezu ohne nennenswerthe Grenzen erscheinen und die Wege und Wasserläufe (da sie keine Grenzen bilden) nur sehr beiläufig, d. h. auch oft unrichtig angedeutet sind, was übrigens ja mit Rücksicht auf den eigentlichen Zweck der Blätter (Steuerbemessung) ganz begreiflich und auch nicht ungerechtfertigt ist. Daß da Anhaltspunkte für Kämme, Berggipfel, Thäler 2c. vollständig fehlen, liegt auf der Hand, und kommt nun ein bedauernswerther Topograph im Schweiße seines Angesichts mit vielleicht zwei ganzen Meßgehülfen in ein solches hochliegendes Terrain, dazu vielleicht noch mit der vorgeschriebenen Ordre, ein solches Blatt in zehn Arbeitstagen fertig aufzunehmen, damit ja ein gewisses, am grünen Tisch entworfenes Arbeits-„programm" eingehalten wird, so kann jeder auch nur einigermaßen im Gebirge Bewanderte ermessen, wie demselben zu Muthe sein muß, d. h. wie er von der ihm obliegenden Arbeit geradezu erdrückt wird und er auch bei bestem Willen und größter Selbstverleugnung nicht das zu leisten im Stande ist, was ihn selbst und die Oeffentlichkeit befriedigen kann. In der oben bezogenen Abhandlung Seite 316 ist in treffendster Art das schlimme Dilemma geschildert, in welches der kommandirte Aufnehmer geräth.

Es ist auch begreiflich, daß, wenn die nöthige Einsicht dem oberen Befehlsgeber mangelt, das untergeordnete Organ, so gut oder eigentlich so schlecht es eben geht, sich darüber hinwegsetzen wird, mit der stillen Selbstvertheidigung, daß seine Vorgänger oder seine Nachbarn es auch nicht besser gemacht.

Offiziere, welche behufs Verbesserung (Reambulirung) von Karten ausgeschickt werden, beschränken sich zumeist darauf, neu entstandene Kommunikationen und Aehnliches zu ergänzen oder richtig zu stellen.

Sehr häufig wird bei all diesen Arbeiten eine entsprechende und ausgiebige Berücksichtigung vieler trefflicher Winke und

Angaben aus der Literatur, insbesondere den Veröffentlichungen der Alpen- und Touristenvereine diesseits und jenseits der jeweiligen Landesgrenze vermißt.

Abgesehen von den Hindernissen des Terrains, deren physische Bewältigung allein viel Kraft und Zeit in Anspruch nimmt, kommen noch solche des Wetters hinzu, indem gerade im Gebirge Aufstieg und Arbeit hindernde Niederschläge und Nebel zahlreich auftreten. Die vielleicht allzu große Sparsamkeit in Zutheilung von untergeordneten Hülfskräften und Meßgehülfen (Soldaten), Instrumenten und Aufnahmematerialen sind weitere Hindernisse.

Hierzu kommt noch unter Umständen die Gepflogenheit, wenn endlich ein Offizier die nöthige Praxis und Erfahrung erreicht hat, um Tüchtiges zu leisten, wird er wieder zur Truppe kommandirt, eine wahrlich jeder guten und richtigen Arbeit geradezu hohnsprechende Maßregel!

Wir haben also in Bezug auf Detailkarten auf der einen Seite die fortwährend steigenden Anforderungen der Oeffentlichkeit, auf der anderen Seite die dem entgegenlaufende geringe Unterstützung des Gebirgstopographen. Nur eine, wie es scheint einzige Ausnahme ist zu verzeichnen: In Italien wandert allsommerlich mein verehrter Freund, Ingenieurtopograph L. Paganini, unterstützt durch seinen tüchtigen Chef, General Ferero, in die höchsten Territorien seines Landes und macht die Aufnahmen in verhältnißmäßig kurzer Zeit. Er hat noch einen anderen tüchtigen Offizier zur Seite, und sind da die Apparate nicht zu theuer*) oder zu schwer, der Meßgehülfen nicht zu wenig, und die verbrauchten Glasplatten von großem Format werden nicht ängstlich zugezählt. Das Resultat seiner mehr als zehnjährigen Bemühungen ist aber auch ein bisher anderswo nicht erreichtes.**)

---

*) Eine Theodolitcamera von Paganini kostet 4 bis 6000 Lire und darüber eingedenk des Grundsatzes: Das Beste ist gerade gut genug.

**) Solche Arbeiten wirken in mehrerlei Beziehungen befruchtend, und hat Paganini in den beiden letzten Jahren umfangreiche und wichtige militärische Aufgaben, über deren Wesen ich mich näher nicht aussprechen darf, gelöst.

In Deutschland soll bis zum Jahre 1900 eine Reichskarte im Maßstab 1 : 100 000 vollendet sein, zu welchem Behufe sich einzelne Länder zu Neuaufnahmen entschlossen haben. In Bayern begann man im Jahre 1887 mit denselben, und soll, was hier besonders interessirt, auch die Aufnahme der gesammten bayerischen Gebirgskette (bis zum Jahre 1896) durchgeführt werden.

Einem lichtvollen Vortrag vom 25. Januar 1892 im polytechnischen Verein in München von Otto Jäger, Premierlieutenant im 11. Infanterie-Regiment, ist zu entnehmen, daß die der Aufnahme zu Grunde liegenden Steuerblätter den Maßstab 1 : 5000 haben, welcher die Wiedergabe der kleinsten Details gestattet. In diese werden die Schichten von 10 zu 10 m (in den Niederungen von Meter zu Meter) eingezeichnet. Zur Höhenbestimmung liegen Straßen- und auch einzelne Bergnivellements vor. Für Gebirgsaufnahmen, wo die Steuerblätter größere Flächen vollständig weiß, d. h. ohne verwerthbare Situationszeichnung, erscheinen lassen, ist ein Winkelinstrument mit Fernrohr, Höhenbogen und Bussole (für Horizontalwinkel) in Verwendung,*) das in Fällen, wo die Verhältnisse einfach liegen, entsprechen kann.

Dort aber, wo größere Distanzen, Steilheit des Terrains oder Unzugänglichkeit desselben auftreten, wird auch dieses letzte Mittel versagen, d. h. die Aufnehmenden werden gezwungen sein, nach dem Gefühl zu krokiren, mithin so vorgehen, wie bei der ersten Aufnahme vor nahezu einem Jahrhundert.

In dem citirten Vortrage Jägers ist eine Bemerkung eingeflochten, der wir nicht beistimmen können und der wir wenige Worte widmen müssen.

---

*) Die Berechnung der Höhen findet nach der Formel $h = \pm E \operatorname{tg} x$ statt, wobei E die aus dem Steuerblatt abgegriffene oder mit dem Instrument gemessene und auf den Horizont reduzirte Entfernung, x den Winkel, den der Sehstrahl nach einem entfernten Objekt (meist eine Latte) mit dem Horizont bildet, und h die gesuchte Höhe des anvisirten Objektes darstellt. Das Fernrohr hat drei Horizontalfäden nach der Konstanten 100 und ermöglicht angeblich bei 2 m langer Distanzlatte Längenmessungen bis 400 m, bei doppelter Latte bis 800 m (?). Selbstverständlich muß der Figurant sich auf dem betreffenden Punkt aufstellen können.

Es heißt dort nämlich:

„Die Terrainaufnahme setzt sich zusammen aus der Höhenmessung und dem Kroki. Es würde unverhältnißmäßigen Zeitaufwand erfordern, im Gebirge der Terrainschwierigkeiten halber überhaupt unmöglich sein (?!), eine solche Menge von Koten zu bestimmen, wie es z. B. bei Bahnprojekten geschieht, daß dadurch allein schon die Terrainform in Kurven bestimmt ist. Es würde dies auch dem Zwecke unserer Karten gar nicht entsprechen."

Wir müssen uns im Gegentheil, wie bereits eingangs erwähnt, auf den Standpunkt stellen, thunlichst viele Höhenpunkte zur richtigen Bestimmung der Schichtenlinien zu erhalten, (wenn auch selbstverständlich Niemand so viele fordern wird, als bei Bahn- und anderen Projektsaufnahmen üblich sind), einestheils um der Phantasie des Krokirenden eine Schranke zu setzen, anderentheils, wenn schon Schichtenlinien eingezeichnet werden, sollen sie wohl auch thatsächlich richtig sein, im Gegenfalle wäre es sonst besser, sie einfach wegzulassen. Es ist schon unangenehm genug, im Steilterrain fast in allen Karten statt Schichtenkurven schematisch schraffirte runsendurchfurchte schwarze Flächen vor sich zu haben, die weder ein ordentliches Relief, noch den charakteristischen geologischen Aufbau zum Ausdruck bringen und wo nur in seltenen Fällen Höhenverhältnisse in Zahlen zu entnehmen sind.

Eine Verkleinerung der Detaildarstellung im Maßstab 1 : 5000 auf photographischem Wege ohne Umzeichnung auf die im Verkehr üblichen Maßstäbe 1 : 10 000 bis 1 : 50 000 würde gewiß manchen Fortschritt bedeuten und den steigenden Bedürfnissen Rechnung tragen.

Die erwähnten Verhältnisse und Thatsachen allein müßten den Gedanken rege machen, noch eine Methode einzuschalten, welche die bisherige, vielfach der Gegenwart unwürdige Art der Kartenaufnahme eliminirt: Diese Methode ist die Photogrammmetrie, oder wie sie im vorliegenden Falle richtiger bezeichnet werden kann, die Phototopographie.

Wir haben bereits oben von den Erfolgen Paganinis gehört, und wird noch später einer großen Arbeit in Canada Erwähnung

gethan. Am Arlberg und am Reichenstein*), deren Darstellung ich durchführte, wäre eine andere Art der Aufnahme einfach undenkbar gewesen, da manche Stellen infolge des Steinschlages oder der Steilheit unzugänglich sind. Auf Grund der Verwerthung meiner langjährigen Erfahrungen sind nunmehr auch gute und billige Instrumente (Photogrammmeter ohne Fernrohr, Phototheodolite mit Fernrohr) vorhanden, die behufs leichteren Transportes nahezu ganz in Aluminium, und in Theile zerlegbar, zur Herstellung gelangen, und hat R. Lechner in Wien ein solches Instrument für den griechischen Offizier Prinzen Maurocordato geliefert.

Der Phototheodolit, System Pollack, mit excentrischem Fernrohr, in neuester Ausführung nach obenstehender Abbildung in den Handel gebracht, war sowohl am IX. deutschen Geographentag in Wien als auch im Vorjahre in Paris und dieses Jahr in Salzburg, Innsbruck und Chicago ausgestellt, und ist am auf-

*) Jäger giebt (anläßlich der Aneroidcotirungen) an, daß im Allgemeinen die Gesammthöhendifferenzen im Hügelland nicht mehr als 6 bis 8 m, im Gebirge nicht mehr als 15 m betragen dürfen. Ich habe in für mich sehr unangenehmen Fällen Differenzen von 20 bis 70 m in Karten 1 : 25 000 gefunden.

geklappten Kassettentheil der Camera die bereits im vorjährigen Archiv Seite 453 beschriebene Vorrichtung zur Erzielung gleicher Bildweiten bei allen Aufnahmen (Eliminirung der „Kassettenfehler") ersichtlich. In diesem Zustande wird die Kassette eingeschoben, der Deckel derselben herausgezogen, hierauf die lichtempfindliche Platte mittelst Haken an den innen befindlichen Centimeterrahmen angepreßt und dann exponirt.

Bei dem Phototheodolit (System Pollack mit centrischem Fernrohr) mit durchschlagbarer Camera ist das Objektiv unter Zugabe eines Okulars selbst als Fernrohr für Winkelmessung zu benutzen.

Ein einfacher Landschaftsapparat mit Bildern $^{13}/_{18}$ cm, wie ihn Jäger beschreibt, kann bei so wichtigen Aufnahmen nur als Nothbehelf für allen Anfang dienen, so lange man eben nichts Besseres hat. Unsicherheiten im Horizont und in der ganzen Stellung, Mangel eines Horizontalkreises und eventuell eines Fernrohres zum Distanzmessen, Aenderungen in der Bildweite, Kassettenfehler 2c., die einem solchen primitiven und ursprünglich ja gar nicht für präzisere Aufnahmen gebauten Instrumente anhaften, können sogar die ganze Aufnahmemethode selbst sehr leicht diskreditiren.

Jäger führt eine Reihe von Aufgaben an, die weit zweckmäßiger und schneller auf phototopographischem Wege gelöst werden als mit dem Aneroid oder Winkelinstrument, ja er erwähnt sogar, daß behufs Vermeidung der Verwechselung zusammengehöriger Winkel flüchtige Skizzen — „noch besser Photographien" — aufzunehmen sind; man fragt sich da unwillkürlich, warum dann nicht die Photographien selbst zur Konstruktion verwendbar eingerichtet und auch verwendet werden sollen! Auf Schritt und Tritt leuchtet aus dem Vortrage Jägers, der mit bewunderswerther Ausdauer und Unverdrossenheit allein und ohne Mithülfe seine schwierigen Aufnahmen durchführt, die Berechtigung und Nothwendigkeit der konstruktiven Darstellung des Terrains aus entsprechend angefertigten Photographien ein.

Nahezu zu gleicher Zeit wie in Bayern, ist man in Kanada an die Aufnahme einer Karte im Maßstabe 1 : 40 000 für eine Landbreite von 32 km längs der kanadischen Pacific-Eisenbahn geschritten. Das aufgenommene bergige und menschenleere Terrain,

welches bis zu einer Meereshöhe von 3500 m ansteigt, umfaßt die beträchtliche Fläche von 2500 Quadratkilometer, und sind Schichtenlinien von 100 Fuß (30,5 m) in die Karten eingezeichnet. Die Aufnahme erfolgte auf photogrammmetrischem Wege. Wird man sich in Europa, der Geburtsstätte der Photogrammmetrie, von der neuen Welt beschämen lassen?

Vielleicht fällt das Auge einer maßgebenden Persönlichkeit und eines eifrigen und selbstlosen Topographen auf diese Zeilen und giebt Anregung zur praktischen Verwerthung der Phototopographie.

XXI.

Mittheilungen
über
die neuen Befestigungen von Kopenhagen.

von

H. Frobenius,
Oberstlieutenant a. D.*)

(Hierzu 1 Tafel.)

Bei einem diesjährigen Aufenthalt in Kopenhagen hatte ich Gelegenheit, an den neuen See- und Landbefestigungen Manches zu sehen, was mir der Mittheilung werth erscheint. Es ist eigenthümlicherweise von den ausgedehnten Bauten, mit welchen Dänemark seine Landeshauptstadt gegen jeden Angriff zu sichern bestrebt ist, recht wenig im Auslande bekannt geworden, und doch sind diese mit den neuesten Kampfmitteln rechnenden und dementsprechend ausgerüsteten Werke des allgemeinsten Interesses werth. Es war ja freilich keine Autorität von der Bedeutung eines Brialmont oder eines Schumann, welche die Aufmerksamkeit der europäischen Armeen hätten auf die Projekte für die neu erstehende Festung lenken können, wie es in Belgien, in Rumänien und selbst in der Schweiz — abgesehen von anderen politischen Momenten — der

---

*) Durch Beifügung einiger Skizzen, die durchaus keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, aber doch das Verständniß des Textes erleichtern, hofft der Verfasser keine Indiskretion begangen zu haben. Sie beruhen zum Theil auf dem im Jahrgange 1892 des spanischen Ingenieur-Memorials enthaltenen und sind nur aus dem Gedächtnisse ergänzt. Einen Plan von Kopenhagen findet der Leser in jedem Reisehandbuche oder illustrirten Konversations-Lexikon, z. B. dem von Brockhaus.

Fall war. Die Ingenieure, welche ihr Wissen und Können hier dem Vaterlande zur Verfügung stellten, hatten sich nicht durch Schriften und weltbewegende Ideen bekannt gemacht; in aller Stille lagen sie ihren Studien ob, machten sie ihre Reisen, welche ihren Gesichtskreis durch Anschauung ausländischer Fortifikationen erweitern sollten, prüften sorgsam alle einschlägigen Verhältnisse und machten sich dann an die schwere Aufgabe, Neues, den Forderungen der neuen Waffentechnik Entsprechendes zu finden, ohne bewährte Vorbilder, ohne vielfach geprüfte Direktiven, ganz allein auf das eigene Können und Wissen angewiesen. Selbst Baupraxis fehlte ihnen, denn seit Herstellung der älteren Verstärkungsbauten der Seebefestigung (Ende der fünfziger Jahre) hatten die dänischen Ingenieure nur in den Schanzen der Dannewirkposition und der Düppelstellung ihre Kenntnisse zu bethätigen Gelegenheit gehabt. Es ist deshalb der höchsten Anerkennung werth, was sie geleistet haben. Da ist kein schüchternes Tappen und Versuchen, kein befangenes Nachahmen und Anpassen ausländischer Typen, sondern eine klar bewußte taktische Idee, auf das Terrain mit Geschick und Verständniß übertragen. Was da in dem letzten halben Dutzend Jahre in aller Stille und Bescheidenheit geschaffen worden ist, ist wohl geeignet, die Augen auf sich zu lenken und zum Gegenstand des Studiums gemacht zu werden.

Von der Kjöge-Bucht bis zum Oere-Sund spannte Oberst Sommerfeldt den Bogen seiner Landbefestigung auf Seeland in einer durchschnittlichen Entfernung von 11 200 m vom Mittelpunkt des Hafens von Kopenhagen; entsprechend der Größe des Sektors, welchen die Meeresgestade bilden (128°), erreicht die Bogenlinie eine Länge von ca. 25 km. Hiervon fällt die südliche Hälfte in flaches, beinahe ebenes und übersichtliches Terrain, der nördliche Theil auf höheres, durch nasse Niederungen in plateauartige, sanft geböschte Abschnitte gegliedertes Gelände. Mit gänzlich verschiedenen Mitteln und Befestigungsformen ist in beiden so stark verschiedenen Theilen die Sicherung der Hauptstadt angestrebt, ohne daß dabei der leitende Grundgedanke aus den Augen verloren wurde: Taktische Sicherung eines geräumigen und tiefen Geländestreifens für die unbeeinflußte Ausnutzung durch die Kampfartillerie.

Auf dem rechten Flügel der Befestigungslinie kam das Terrain in günstigster Weise dieser Absicht entgegen, indem hier ein scharf

markirtes Plateau am vorderen Rande eine vorzügliche Gefechtsstellung darbietet, während es am rückwärtigen, von jenem durch sanfte Depressionen geschiedenen Rande ebenso gute überhöhende Artilleriestellungen gewährt. Dies Plateau von Gladsaxe bildet den größten Theil des rechten Flügels. Oberst Sommerfeldt befestigte es durch zwei Batterielinien, deren vordere, durch sturmfreie Panzerbatterien gebildet, in den mäßigen Zwischenräumen (1600 bis 2450 m) durch Infanterie unschwer zu vertheidigen ist, während die zweite mit ihren offenen Geschützeinschnitten die Kernpunkte für die hier zu entwickelnde Kampfartillerie bietet, ungefähr 2 km hinter die vordere Stellung zurückgezogen.

In dem flachen Gelände des linken Flügels, dem es an einer scharf ausgeprägten guten Stellung fehlt, schuf der Ingenieur dieselbe in Gestalt einer langen Wallinie mit nassem gut flankirten Graben. Die Aufgabe, welche auf dem rechten Flügel durch die an einzelnen festen Punkten in Panzern aufgestellten Geschütze geleistet werden soll, wird hier durch vorbereitete Stellungen für die schweren Geschütze der Sicherheitsarmirung und die leichten Kaliber der Sturmgeschütze erfüllt. Der Kampfartillerie gehört auch hier das rückwärtige Gelände, gesichert durch die Wallinie. Letzterer oder richtiger den dieselbe besetzenden Truppen würde allerdings ihre Aufgabe ganz wesentlich erleichtert werden, wenn einige sturmfreie vorgeschobene Posten mit gepanzerten Sturmgeschützen die Ueberwachung des Vorgeländes erleichterten und die Ausführung überraschender Angriffe verhinderten. Es ist Grund vorhanden zu der Annahme, daß Oberst Sommerfeldt diesen Gedanken bereits in Erwägung gezogen hat und eine derartige Verstärkung des linken Flügels ausführen wird, sobald ihm die Mittel hierfür zur Verfügung gestellt werden.

Als ein ferneres Vertheidigungsmittel wurden die hierfür sehr günstigen Verhältnisse zur Schaffung einer ausgedehnten, wirkungssicheren Inundation benutzt. Von dem großen Wasserbecken des Furesees, welcher im nahen Vorgelände des Gladsaxeplateaus liegt, ward das Wasser in die miteinander verbundenen breiten Niederungen geleitet, welche in der rechten Flanke der Befestigungen zum Oere-Sund und, hiermit zusammenhängend, hinter der ganzen Befestigungslinie, also um das Plateau von Gladsaxe herum und hinter der Stellung des linken Flügels zum Ufer der Kjöge-Bucht sich hinziehen. An einer Stelle, am Zu-

Zusammenstoß des linken und rechten Flügels, greift die Inundation über die Befestigungslinie (bei Husum) und bewirkt hier eine Spaltung der beiden Flügel des Angriffs im nahen Vorterrain bis auf 3 km Entfernung. Die Inundation wird somit entweder flügelweise oder auf der ganzen Front, je nach den Verhältnissen, zur Gewinnung einer beinahe unangreifbaren rückwärtigen Stellung ausgenutzt werden können.

Die Neubauten der Seebefestigung hat Ingenieurkapitän Hansen geleitet. Sie konnten sich auf das Gestade des Oere-Sund und die Ostküste der Insel Amager beschränken, da die Annäherung in der Kjöge-Bucht, sowie zwischen dieser und Amager durch Untiefen verhindert wird. Die alten Seebefestigungen Kopenhagens genügten den neuen weittragenden Schiffsgeschützen gegenüber nicht mehr, um den Hafen gegen eine erfolgreiche Beschießung zu schützen; sie lagern sich dem Hafeneingang und der Ostküste von Amager in einer Entfernung von kaum 2 km vom Hafen vor. Die neuen Befestigungen wurden auf 6 km vorgeschoben und bestehen, abgesehen von einigen kleineren Anlagen und denen am Strandende der Landbefestigung — aus drei Werken, Batterie Charlottenlund am Oere-Sund, Batterie Karstrup auf Amager und dem Mittelgrundfort, welches auf dem Nordende der großen Mittelgrundbank liegt, die sich wie ein Keil von Norden in die Fahrstraße zwischen Amager und Insel Saltholm zwischenschiebt. Die hervorragende Bedeutung dieses Forts springt in die Augen. Sämmtliche neue Seebefestigungen sind offene Batterien.

Bezüglich einer eingehenderen Betrachtung der Terrainverhältnisse von Kopenhagen sowie der Gruppirung, Gestaltung und Armirung der Festungswerke verweise ich auf die Jahrbücher für Armee und Marine, welche einen Aufsatz über die neuen Befestigungen Kopenhagens bringen; an dieser Stelle möchte ich mir erlauben, auf einige technische Einzelheiten einzugehen, welche mir der Mittheilung werth erscheinen.

1. Die Betonbauten.

Es ist eigentlich selbstverständlich, daß sämmtliche Bauwerke in der Hauptsache aus Cementbeton geformt wurden. Gerade in Dänemark bedurfte man keiner Anregung hierzu und keiner Hinweise auf die Brauchbarkeit dieses Materials aus dem Aus-

lande. Denn als die Seebefestigungsverstärkungen von Kopenhagen Ende der 50er Jahre ausgeführt wurden, hatte man dort sehr eingehende Versuche mit Granitcementbeton gemacht, man hatte die Vorzüglichkeit desselben gegenüber jedem Steinmaterial durch Schießversuche festgestellt und die Kasematten des Seeforts Prövesten (gebaut 1859 bis 1863) ganz aus Cementbeton hergestellt. Es muß somit die Prävenienz Dänemarks in Anwendung dieses Baumaterials zur Formung ganzer schußsicherer Bauwerke anerkannt werden, wenn auch die Erfurter Versuche ohne Kenntniß der dänischen auf eigener Basis stattgefunden haben mögen (in den 60er Jahren). Jedenfalls hat uns Dänemark gleich im ersten Anlauf überholt, indem es von vornherein das beste Material zur Anwendung brachte und volle Widerstandsfähigkeit gegen Beschießung erreichte, während wir infolge einer schlecht angewandten Sparsamkeit mit geringwerthigen Materialien herumprobirten und vor den Kosten zurückschreckten, als wir — bei den Spandauer Versuchen — die Leistungsfähigkeit besserer Materialien erkannt hatten. Wir hätten viel Kosten und Umbauten ersparen können, wenn wir, wie Dänemark, dem Grundsatz bei Zeiten beigepflichtet hätten: „Für Festungsbauten ist das beste Material das billigste". Wenn uns das doch eine Lehre für die Zukunft wäre und das Arbeiten und Auszukommensuchen mit Surrogaten einmal sein Ende nähme!

Die Betonmischungen waren sehr verschieden, und zwar:

	Cement	Sand	Steine	
1. bei der Landbefestigung:				
Fundamente und Sohlen .	1	4	7,5	
aufgehende Mauern . . .	1	3	6	
Gewölbe mit Schutzschichten	1	3	6	Granitbrocken
Decken ohne Schutzschichten im oberen Theil von 1,25 m Höhe	1	2	4	=
im unteren Theil	1	3	6	=
2. bei der Seebefestigung:				
im Allgemeinen	1	3,5	6	
die äußeren Bekleidungen des Wellenbrechers der Mittelgrundforts	1	2	3	

Bei den Landbefestigungen wurden sämmtliche Betonmassen mit der Hand gemischt; hingegen bei dem Mittelgrundfort, wo eine enorme Leistung auf sehr beschränktem Raum erforderlich wurde, mußte man zum Maschinenbetrieb greifen und brachte eine englische Maschine von sehr zweckmäßiger Einrichtung zur Anwendung.

Eine mit geringer Neigung horizontal gelegte Mischtrommel ruht auf einem Gerüst von etwa 2 m Höhe. Zum oberen Ende wird Sand von einer Seite, Steine von der anderen durch ein Eimerwerk gefördert, während der Cement aus einer über der Trommel aufgestellten Bude von oben hinzukommt. Die durch eine Lokomobile getriebenen Bewegungstheile können so eingestellt werden, daß selbstregulirend die einzelnen Materialien in den gewünschten Verhältnissen zugeführt werden. Das Wasser wird in die hohle Achse der Mischtrommel geleitet und strömt der gemischten Masse erst im letzten Drittel der Trommellänge zu. Aus dem unteren Ende der Trommel fällt der außerordentlich gleichartig gemischte Beton in die unterfahrenden Karren.

Die sämmtlichen in Beton gewölbten Hohlbauten der Landbefestigung sowie die Friedenskasernements und Artilleriehohlräume des Mittelgrundforts wurden innen mit einer Schicht von Hohlziegeln verblendet und in tadelloser Trockenheit hergestellt. Alle anderen Räume des Mittelgrundforts: Poternen sowie Kriegskasernement und Vorrathsräume 2c. erhielten keine Verblendung.

Interessant ist der Vorgang bei der Gründung des Mittelgrundforts, welches auf einer Sandbank bei 7,20 m Wassertiefe erbaut wurde. Rings um das lünettenförmig angelegte Fort ist ein Wellenbrecher angeordnet mit 18 m Abstand von der Stützmauer des Fußes der Schüttung. Hinter der Kehle ist der Wellenbrecher durch zwei Molen, welche aufeinander senkrecht gerichtet sind, verlängert, und durch Verbindung der beiden Molenstücken durch ein anderes Stück parallel der Kehllinie wird ein Hafen abgetrennt. Um durch Herstellung des Wellenbrechers einen gegen Seegang geschützten Raum zu bekommen und gleichzeitig eine Begrenzung für die Sandschüttung, auf welcher das Fort sich erhebt, ward jener zuerst aufgeführt. Aus je zwei Bohlenwänden, durch Zangen miteinander verbunden, an Seiten und Boden geschlossen, wurden hölzerne Senkkästen gebildet, welche nebeneinander, mit Sand gefüllt, bis auf den Grund versenkt

wurden. Die äußere, dem Fort abgekehrte Wand der Kasten war mit starkem Eisenblech beschlagen und wurde mit einer Vorschüttung großer Steinblöcke gegen die Angriffe der See geschützt. Der oberste Theil der Kasten wurde mit Cementbeton abgeglichen und hierauf der Oberbau des Wellenbrechers in Steinquadern aufgebracht. Er bildet nach außen eine Berme unter Wasserspiegel, nach innen einen schmalen Rondengang mit einer 1,20 m hohen Brüstungsmauer. In der Kehllinie des Forts ward eine Quaimauer erbaut (in Beton) und diese durch kleine unterseeische Mauerstücken unweit der Kehlpunkte mit dem Wellenbrecher verbunden. Ueber der Mauerkrone blieben 2,80 m Wassertiefe, und bis zu dieser Höhe ward nun der ganze Innenraum zwischen dem Wellenbrecher der Facen und der Flanken bis zu der Kehlquaimauer und den Verbindungsmauern mit lehmhaltigem Sand angefüllt. Der Hafen behielt natürlich seine volle Wassertiefe.

Auf diesem Sandbett ward hierauf der Fuß der Wallböschung durch eine Dammschüttung markirt, eine Spundwand eingeschlagen und hinter dieser die Stützmauer aufgeführt, welche ringsum 90 cm den Wasserspiegel überragt und eine 1,80 m breite Berme am Fuß der mächtigen Schüttung des Wallkörpers bekleidet. Sie bildet gewissermaßen die Eskarpe des 18 m breiten Wassergrabens, welcher mit 2,80 m Tiefe das Werk umgiebt und in dem Wellenbrecher seine Contreskarpe findet.

Nachdem die Sandschüttung bis über den Wasserspiegel gefördert war, konnte mit Herstellung des Beton-Katakombenbaues begonnen werden, welcher den Kern des Forts bildet. In der Kehle liegt ein zweistöckiges Friedenskasernement. Zwischen diesem bezw. der breiten Quergalerie desselben und seinen Treppenhäusern und dem parallel dazu gelegenen einstöckigen Kriegskasernement liegt ein mit Sand gefüllter Zwischenraum. Alle weiteren nach vorn (feindwärts) sich vorbauenden Räume schließen sich dicht aneinander an. Auf die Quergalerie des Kriegskasernements folgt eine dritte, welche zu den Provianträumen u. dgl. führt und eine vierte, welche unter Facen und Flanken herum zur ersten Galerie zurückführt und die Zugänge der Munitionsräume sowie der Walltreppen und Aufzüge enthält. Zwei breite, parallel der Kapitale geführte Poternen verbinden die Quergalerien. Unter den Räumen entlang laufen in derselben Richtung zwei weite Kanäle,

[illegible] Meeresspiegel in der Kehle mündend, zur Zu[illegible] bestimmt.

[illegible] sämmtlicher Poternen und Kasematten [illegible] vorgesehen, nämlich neben der Ver[illegible] eine Wölbung der Sohlen; die Widerlager [illegible] nach ihrem Fuße zu verstärkt, so daß der [illegible] der Sohle kleiner ist, als der der Decke, und [illegible]. Ueber die 10 m über Wasser liegende [illegible] erheben sich die Einbauten einer [illegible] Treppenhäuser und die Munitionsaufzüge [illegible] unterliegenden Betonbau direkt aufstehenden [illegible]. Auch die Einbauten der Kapitaltraverse sind [illegible], da sie die Aufzüge für Verwundete ein[illegible] den weiteren Aufbau eines Leucht[illegible] haben werden. Dagegen sind die Fundamente [illegible] der Plattform nicht bis zum Kern[illegible]. Es sind dieses die Bettungsfunda[illegible] der Geschützbänke sowie die Wallgangs[illegible] die weit zurückgreifenden Traversen durchtunneln [illegible] zu Treppenhäusern und Nischen der Munitions[illegible].

3. Die Deckenkonstruktionen.

[illegible] dem zulässigen Relief erhielten die Hohlbauten ge[illegible] aus Cementbeton oder horizontale Eisendecken. [illegible] wiederum als Massivdecken oder mit Schutzschichten [illegible]. Die Massivdecken erhielten bei den Bauten der Land[illegible] meist eine Stärke von 3 m, dagegen glaubte man bei [illegible] auf Grund der sehr bedeutenden Sandüber[illegible] mit geringeren Maßen auskommen zu können. Bei[illegible] sind die Munitionsmagazine der Batterien Charlotten[illegible] mit 10 m Boden bedeckt und haben Vorlagen bis [illegible]. Als Schutzschichten hat Oberst Sommerfeldt grund[illegible] nicht Beton, sondern eine Packung aus Granitfindlings[illegible] Anwendung gebracht. Die spanische Kommission, [illegible] Kopenhagen besuchte und im „Memorial de In[illegible]" [illegible] ihren Bericht veröffentlichte, ist der An-

sicht, daß diese Zwischenschicht den Vorzug verdiene vor der Anordnung, welche Brialmont vorschlägt: 1,0 m Beton, 1,0 m Sandschicht, 1,50 m Betonschutzschicht. Brialmont selbst bezweifele die leichte Ausführbarkeit dieser Konstruktion, da bei dem Aufbringen der oberen Betonschicht das Sandpolster angefeuchtet und durch Cementwasser zu einer festen Masse verbunden werde, wodurch dem Zweck des elastischen Sandpolsters zum Theil entgegengearbeitet würde. Die Spanier sind der Meinung, daß das gut ausgeführte Sandpolster in der Weise eines Wasserbettes wirke und der Stoß eines die Schutzschicht durchschlagenden Geschosses vielleicht sogar verstärkt auf die untere Mauermasse übertragen würde.

Jedenfalls ist die Anwendung einer Schutzschicht aus Granitblöcken durch Schießversuche erprobt und sehr zweckmäßig befunden worden. Es kommt hierbei als günstiges Moment zur Sprache, daß dem Ingenieur große Findlingssteine zur Verfügung standen, welche einen bei Weitem größeren Widerstand leisten, als gebrochene Granitsteine. Es möge hier gleich die Bemerkung Platz finden, daß Oberst Sommerfeldt auch zur Sicherung der Fundamente seiner unverschütteten Mauern überall diese Packungen aus Findlingssteinen anwendet, und daß deshalb z. B. die Grabensohlen der Forts zum Schutz der 2 m hohen Sockelmauern, auf welchen die Sturmgitter stehen, durchweg eine solche Abpflasterung unter dünner Bodenschicht erhalten haben.

Die Abmessungen der Decken sind durchweg sehr stark. Z. B. haben die Munitionsmagazine der Westfront eine Gewölbestärke von 1,50 m, darüber 1,50 m Sand, 1,80 m Schutzschicht und eine schwache Erdbedeckung von 0,80 m. Diese Abmessungen sind aber als Minimalmaße zu betrachten und vielerorts noch wesentlich gesteigert worden.

Die Eisendecken sind in zwei verschiedenen Konstruktionen zur Anwendung gekommen. Die Halbkaponnieren haben Unterzüge, von starken massiven Stahlsäulen getragen, mit 1,50 m freier Tragweite. Darauf ruht die Decke, aus Eisenbahnschienen oder I Eisen gebildet, entweder dicht gelagert oder mit Zwischenräumen und bombirten Blechen. Die hierauf gebrachte Betondecke hat eine Stärke von 3,0 m und trägt eine Erdschicht von 0,50 m zum Schutz gegen Witterungseinflüsse ꝛc. Die Decken der Vollkapon-

nieren der Westfront sind in Rücksicht auf das geringere einzuhaltende Relief — es sind freistehende, mit der Eskarpe durch Dämme verbundene und vor Kopf durch weit übergreifende Erdvorlagen gedeckte Bauwerke — in geringeren Dimensionen gehalten worden und wurden demnach in eigenthümlicher Weise gepanzert. Die Unterzüge sind kräftiger, die Betondecke auf 0,90 m reduzirt, darüber aber eine etwa 12 cm starke Panzerplatte angebracht und durch ganz durchgreifende Schraubenbolzen mit der Betondecke verbunden. Schutz gegen Witterung giebt ein Asphaltüberzug. Sämmtliche Eisendecken erhielten eine innere Verschalung von Holz, um das Niederschlagen der atmosphärischen Feuchtigkeit und das Tropfwasser zu verhüten. Die Räume sind von vorzüglicher Trockenheit.

3. Die Flankirungsanlagen.

Die mit dem Namen „Forts" bezeichneten Panzerbatterien der Nordwestfront haben bis auf eine (Fort Garderhöj) in der Grabenlinie das Tracé eines rechtwinkligen Dreiecks. Zur Flankirung der Facengräben genügt mithin eine einzige, in der Spitze gelegene Reverskaponniere (bei dem trapezförmigen Fort Garderhöj sind natürlich deren zwei angeordnet). Eine unterirdische Verbindung derselben unter der Grabensohle existirt nirgends; der Zugang geschieht stets durch den kleinen, die Scharten sichernden Diamant von der Grabensohle aus und erscheint nicht unbedenklich, weil man den ganzen Graben von der Kehlpoterne an durchschreiten muß. Im Uebrigen sind die Kaponnieren alle mit hinreichenden Unterkunftsräumen und mit Latrinen ausgestattet. Neu war mir eine eigenthümliche Anordnung der Scharten. Es ist nämlich jedesmal über dem Zwischenraum von zwei unteren Scharten eine obere angeordnet. Etwa in der Höhe von 2 m über der Kaponnierensohle ist ein Podium angebracht — bei größeren Höhendimensionen des Bauwerkes wohl auch ein Umgang — auf welchem liegend die dritte, obere Scharte bedient werden kann. So wird eine stärkere Flankirung ohne Raumvergrößerung erreicht.

Der Flankirung der Kehle dient eine eigenartige Grundrißgestaltung des Kehlkasernements. Man könnte dieselbe eine flache

bastionirte Front nennen; jedoch sind jederseits nicht eine, sondern zwei kleine hintereinander abgetreppte Flanken angeordnet, die innere mit je zwei, die äußere mit je einer Scharte. Die Anwendung von Mitrailleusen gestattet die Beschränkung auf einen minimalen Raum. Oberst Sommerfeldt wollte nun aber diese Kehlgeschütze auch zur Traditorenwirkung ausnutzen und erreichte diese Absicht, indem er die Werke vom rückwärtigen Hang der Höhen aus gewissermaßen in diese hineinschob. Der Kehlgraben konnte nun ganz flach gehalten und eine Feuerwirkung aus den Kehlflankirungskasematten in das Seitenterrain ermöglicht werden. Hier steht deshalb jederseits eine 12 cm Schnellfeuerkanone als Traditorengeschütz.

Die Flankirung der nassen Gräben der an 12 km langen Westfrontwalllinie erreichte man in folgender Weise: In der Mitte derselben wurden in geringer Entfernung voneinander zwei ganze Kaponnieren angeordnet, beiderseits dann die Walllinie in kurze Stücke zerlegt, deren jedes in einer Halbkaponniere endigt, während das folgende Stück dicht dahinter ansetzt. Eine Rampe führt hier parallel zur Walllinie vom Wallgang zum Graben hinab und bildet die Kommunikation zur Kaponniere, kann aber auch durch ein am oberen Ende gut gesichert aufgestelltes Geschütz der Länge nach bestrichen werden. Niedere Flankirung aus Kasematten ist mit der offenen Grabenflankirung vom Wall in zweckmäßiger Weise kombinirt. Die drei Scharten der Kaponnieren treten nach rückwärts, eine hinter der anderen, zurück, indem die Schildmauer innen abgetreppt, außen abgeschrägt geführt ist. In der Mitte steht eine 53 mm Schnellfeuerkanone, jederseits eine Mitrailleuse, Frontraum für jedes Geschütz etwa 1,50 m, Tiefe im Mittel 4,40 m; da die Decke durch Säulen getragen wird, ist der Raum völlig hinreichend. Feindwärts übergreift die Kasematte ein weit vorspringendes Orillon, dessen Masse durch Granit-Cyklopenmauerwerk gebildet und nur durch eine dünne Erdschicht bedeckt ist. In dem Massiv des Orillons ist die Latrine angeordnet. Nach rückwärts liegen zwei Thüren, deren eine ins Freie, d. h. zur Kommunikationsrampe, führt, während die andere den Zugang zu zwei kleineren Räumen bildet, welche als Wohnräume dienen. Ihre mit starken Eisenläden versehenen Fenster flankiren den Eingang der Kaponniere. Die Fußböden sind,

wie in sämmtlichen Wohnkasematten, nicht gedielt, sondern mit Linoleum über einer Betonschicht bekleidet. Die Kosten eines solchen Bauwerkes stellen sich auf 35 000 Mark.

Die ganzen Kaponnieren bestehen gewissermaßen aus zwei aneinandergefügten Halbkaponnieren; selbstredend sind die Wohnräume nicht an das hintere, sondern an das vordere Ende der Kaponniere verlegt und in die deckende Maske hineingebaut, so daß einerseits die Latrine, andererseits die Luft- und Lichtöffnungen dieser Räume in dem Revers des Orillons liegen. Die Kaponniere hat einen mittleren freien Raum zwischen den Scharten von 5,0 m. Den Zugang bildet eine durch den Wallkörper führende, mit einem Gitterthor verschlossene Poterne; über den nassen Graben leitet ein schmaler Damm.

4. Die Brückenbauten.

Bei Ausschachtung der breiten nassen Gräben trat die Aufgabe an den Ingenieur heran, diese Arbeit zu fördern, ohne irgendwie die Benutzung der zahlreichen, die Grabenlinie schneidenden Kommunikationen jeglicher Art und Größe zu behindern. Die Erbauung von Nothbrücken und zeitweise Verlegung der Wege stieß zum Theil auf lokale Schwierigkeiten, anderentheils war sie sehr kostspielig. Oberst Sommerfeldt beschloß deshalb, die Brücken an Ort und Stelle vor der Ausschachtung des Grabens herzustellen, und löste diese Aufgabe in glücklichster Weise.

Die Unterstützungen der Brücken werden durch Joche gebildet, deren stählerne massive Pfähle, am Ende mit Schrauben versehen, je nach der beabsichtigten Höhenlage der Brücke von verschiedener Länge und Stärke gewählt, zuerst in den Boden hineingebohrt wurden. Mit je zwei nebeneinander verlegten I Trägern verholmt, wurden diese Unterstützungen mit der Brückendecke versehen, bevor die Ausschachtung begonnen wurde. Je nach der Bedeutung und Beanspruchung der Brücke besteht die Decke aus Holz oder aus Eisen (Träger und Wellblech) und Beschotterung. Nachdem die Fahrbahn völlig gebrauchsfähig hergestellt war, konnte die Ausschachtung unter derselben in Angriff genommen werden. War dieselbe auf halbe beabsichtigte Tiefe gefördert, so wurde die Diagonal- und

Querverbindung angebracht. Bei sämmtlichen Brücken sind die Pfähle jeden Joches durch eine starre horizontale Eisenschiene miteinander verbunden und die oberhalb derselben gebildeten Rechtecke mit Diagonal-Zugstangen versehen. Bei den größeren und höheren Brückenkonstruktionen wurde eine völlig gleiche Verbindung auch zwischen den Pfählen der einander benachbarten Joche angeordnet.

Die Bauweise und Konstruktion hat sich in jahrelangem starken Gebrauch durchaus bewährt und kann für günstige Bodenverhältnisse jedenfalls zur Nachahmung empfohlen werden.

5. An sonstigen Einzelheiten

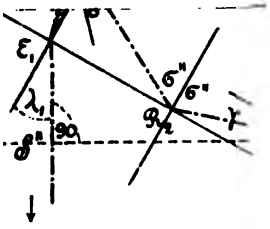
kann über die Anwendung von Xylolithplatten als Belag für Freitreppenstufen berichtet werden, welche in jeder Beziehung den Erwartungen entspricht. Bei den Wölbungen, namentlich den Zwischendecken der zweistöckigen Kasematten, wurden Monier-gewölbe angewendet, und — wie nebenbei erwähnt sei — bei dem Bau des neuen großartigen Freihafens werden die Bohlwände anstatt mit Holzbohlen mit Monierplatten belegt, da man hofft, durch diese Maßregel den Verheerungen der Pfähle durch Bohrkäfer am besten vorzubeugen. Zum Schluß sei noch eine nachahmungswerthe Einrichtung der Kasematten der Panzerbatterien erwähnt. Hinter den einstöckigen, in der Kehle gelegenen Wohnkasematten läuft ein zweistöckiger Korridor entlang, dessen oberes Geschoß die Zugänge zu den in einer Batterie zusammengestellten Panzerkuppeln enthält. Um die Wohnkasematten bei geschlossenen stählernen Fensterläden von der elektrischen Beleuchtung dieses oberen Korridors Vortheil ziehen zu lassen, sind die Wölbungen derselben ungefähr einen halben Meter mit dem Scheitel höher gelegt als die Korridorsohle. Durch die Fenster, welche in diesem Theil angebracht sind, werden die Kasematten erleuchtet.

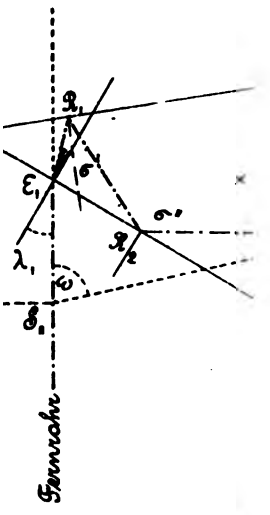
So sehen wir nicht nur in der Gesammtanordnung der Befestigungen einen klar durchdachten taktischen Plan durchgeführt, sondern bis in die Einzelheiten hinein überall technische Erfindungsgabe, kluge Ueberlegung und Fürsorge für eine möglichst günstige

Gestaltung der Vertheidigung und eine thunlichste Beschränkung der Kosten der für ein kleines Land sehr erheblichen Befestigungsanlagen. Ist es doch auch dank dieser Fürsorge gelungen, die gesammten Ingenieurarbeiten der Landbefestigungen einschließlich Panzerkuppeln für 15 Millionen Mark herzustellen. Die Gesammtkosten der neuen Land- und Seebefestigung werden sich einschließlich artilleristischer Armirung auf ungefähr 30 Millionen Mark belaufen.

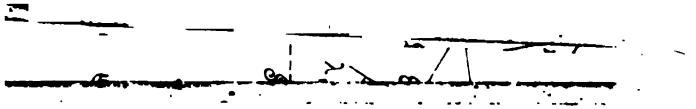
BIBLIOT
DES TECHN. MILITÄ

Schelling





Autogr. d. lith. Anst. u. Sch...



Stanford University Libraries
3 6105 013 152 272

U3
A7
v.
18

Stanford University Libraries
Stanford, California

Return this book on or before date due.